



**VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES LIGNEUX
CONSOMMÉS PAR LES RUMINANTS
EN AFRIQUE CENTRALE ET OCCIDENTALE**

RAPPORT FINAL

ALLEMAGNE	Universität Hohenheim - Institut für Tierernährung
BELGIQUE	CRA Gembloux - Station de Haute Belgique
CAMEROUN	IRZV - Yaoundé, Ngaoundéré, Garoua
CÔTE D'IVOIRE	IDESSA-DRA - Bouaké
FRANCE	CIRAD-EMVT - Maisons-Alfort CIRAD-FORÊT - Nogent/Marne INRA-SRNH - Theix
MALI	IER - Sotuba, Niono
SÉNÉGAL	ISRA-DRPSA-LNERV - Dakar
TCHAD	LRVZ - Farcha, N'Djaména
	et
BURKINA FASO	IDR - Ouagadougou CIRAD-FORÊT/IRBET - Ouagadougou
NOUVELLE-CALÉDONIE	CIRAD-EMVT - Nouméa

NOVEMBRE 1994

Centre de Coopération internationale en Recherche agronomique pour le Développement
Département d'Élevage et de Médecine vétérinaire
CIRAD-EMVT
10, rue Pierre-Curie 94704 Maisons-Alfort Cedex France



SOMMAIRE DU RAPPORT FINAL

Résumé

Chapitre I : Présentation succincte du programme d'étude de la valeur fourragère des arbres et arbustes d'Afrique tropicale centrale et occidentale

Chapitre II : Caractérisation des disponibilités fourragères ligneuses

Chapitre III : Composition botanique des régimes des ruminants sur parcours - Appétibilité relative des espèces ligneuses

Chapitre IV : Récolte et commercialisation des fourrages ligneux en régions périurbaines

Chapitre V : Echantillonnage des fourrages ligneux - Analyses au laboratoire - Composition chimique et dégradabilité enzymatique

Chapitre VI : Les tanins dans les fourrages ligneux

Chapitre VII : *In vitro* Untersuchungen zur Ermittlung der Verdaulichkeit, des Gehaltes an umsetzbarer Energie und des Proteinverfügbarkeit bei tropischen Futterbäumen und Büschen

In vitro studies for the prediction of digestibility, metabolisable energy content and protein fermentability of shrubs and tree fodders

(Mesures *in vitro* de la digestibilité pour estimer les teneurs en énergie métabolisable et en azote dégradable dans le rumen des fourrages ligneux)

Chapitre VIII : Préviation par la spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) de la composition chimique et de la dégradabilité enzymatique ou *in vitro* des fourrages ligneux

Chapitre IX : Dégradabilité *in situ* de la matière sèche et des matières azotées de quelques fourrages ligneux : application des méthodes *in sacco* à l'étude de la digestion dans le rumen et dans les intestins

Chapitre X : Ingestion et digestibilité *in vivo* des fourrages ligneux

Chapitre XI : Essais d'alimentation de moutons avec des fourrages ligneux

Conclusion générale

Annexe I : Liste des espèces ligneuses enregistrées au catalogue CIRAD-EMVT/Laboratoire d'Ecologie végétale de l'Université Paris-Sud et des espèces ligneuses et subligneuses échantillonnées et étudiées sur l'animal

Human Resource Training - Equipment

→ **Liste des Abréviations**

CHAPITRE II

CARACTERISATION DES DISPONIBILITES FOURRAGERES LIGNEUSES

A PARTIR DES TRAVAUX DE :

Cameroun	Joseph ONANA ¹ .
Côte d'Ivoire	Clément BODJI N'GUESSAN ² avec la collaboration d'Antoine Awani N'GUESSAN et de Koré RICHARD.
Mali	Bréhima TOUNKARA ³ et Ibrahima KASSAMBARA ³ avec les conseils de Mohamed Idriss Cissé (décédé en 1993) ³ . Anna Réjane KONE DEMBELE ⁴ et Lassine DIARRA ⁵
Sénégal	Dominique FRIOT ⁶ et Hubert Guerin ⁷ avec la collaboration de Bernard AHOKPE. Bréhima TOUNKARA ³ dans le cadre du projet TS2-0075 - IRL (EDB).
Tchad	Alexandre ICKOWICZ ² et Oueddo DASSERING ⁸

¹ SRZV de Garoua - IRZ - BP 1073 - Garoua, Cameroun.

² DRA-IDESSA - 01 BP 633 - Bouaké, Côte d'Ivoire.

³ SRZ de Niono - IER BP 12 - Niono, Mali.

⁴ SRZ de Sotuba - IER - BP 258 Bamako, Mali

⁵ CIPEA - BP 60 Bamako, Mali

⁶ LNERV-ISRA - BP 2057 - Dakar, Sénégal.

⁷ CIRAD-EMVT - 10 rue Pierre Curie - 94704 Maisons-Alfort Cedex

⁸ LRVZ Farcha - BP 433 - N'Djamena, Tchad.

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
1. DEMOGRAPHIE	2
1.1. Densité des peuplements	2
1.2. Structure des peuplements	6
2. PRODUCTION FOURRAGERE	7
2.1. Production foliaire maximale	7
2.2. Disponibilité fourragère saisonnière	8
2.3. Biomasse fourragère accessible	24
CONCLUSION	27
BIBLIOGRAPHIE	47

INTRODUCTION

CHOIX DES SITES ET DES ECHELLES D'OBSERVATION

La caractérisation des disponibilités fourragères ligneuses a été plus ou moins complète suivant les sites d'étude. Le plus souvent, elle a concerné des parcours fréquentés par le cheptel dont on a observé le comportement alimentaire.

Les travaux et les résultats acquis par site couvrent donc une gamme de paramètres qualitatifs et quantitatifs qui va d'une simple description des faciès de végétation à l'évaluation par espèce végétale de la biomasse fourragère effectivement utilisable par le cheptel.

Le plus souvent, les observations ont pu s'appuyer sur des cartes de végétation à des échelles comprises entre 1/200 000 et 1/500 000 qui indiquaient les groupements forestiers ainsi que la nature des sols qui les portent. Dans certains cas, des cartes de végétation (Hiernaux, 1978) morphopédologiques (Angé, 1985) et des photographies aériennes (au 1/20 000) récentes permettaient de préciser les limites des faciès. La télédétection satellitaire n'a pas été utilisée¹.

Sur la base de ces supports, les travaux conduits par les diverses équipes ont varié par leurs objectifs et les méthodes employées.

Ainsi Onana (1994 - thèse en préparation) au Cameroun s'intéressant aux pratiques d'exploitation des ligneux fourragers et à la biologie (reproduction, croissance,...) des espèces soumises au broutage, à l'élagage, au feu,... a entrepris dans le cadre de sa thèse de faire une typologie des peuplements ligneux de la région de Garoua. S'appuyant par exemple sur la carte de Letouzey (1968), il a ainsi procédé à 200 relevés selon les méthodes de Guinochet (1973) utilisant l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. L'analyse phytosociologique qui en découlera sera complétée par une étude démographique en relation avec les paramètres de milieu et d'exploitation. La station de recherches zootechniques et vétérinaires (SRZV) de Garoua fut le siège de l'un de ces relevés dont les résultats sont rapportés en regard de ceux relatifs au comportement alimentaire du cheptel (chapitre III. tableau III.6).

Ailleurs, les peuplements ligneux ont été étudiés sur des terrains moins nombreux, représentatifs des zones agro-écologiques auxquelles ils appartiennent et délimités (8 à 5 000 hectares), soit par des clôtures, soit virtuellement par des limites de terroirs villageois et/ou de parcours.

¹ SRZV de Garoua - IRZ - BP 1073 - Garoua, Cameroun

L'objectif général était de quantifier la ressource fourragère ligneuse. La présentation des méthodes qui est faite ci-dessous est organisée pour tenter de montrer les divers niveaux de détails possibles dans les mesures et la signification des résultats qui en découlent ainsi que leur précision.

Dans tous les cas, le choix des parcelles de relevés a été guidé par le souci d'appréhender à la fois l'hétérogénéité des peuplements et leur utilisation par le cheptel. Il a été effectué d'après les cartes de végétation, quand elles existaient, et/ou suivant des transects épousant les trajets des troupeaux ainsi que les toposéquences. Quand la distribution spatiale des relevés ne pouvait s'appuyer sur une connaissance préalable de la végétation et quand la surface réduite des parcelles le permettait, la pression d'échantillonnage systématique, suivant la toposéquence par exemple, a été plus forte : jusqu'à 8 p.100 du terroir dans des parcs clôturés (Toukara, 1991).

I. DEMOGRAPHIE

I.1. Densité des peuplements

Les techniques de dénombrement pour le calcul des densités des populations sont de deux types, direct ou indirect :

- comptage direct sur des parcelles carrées, rectangulaires ou circulaires sur des surfaces comprises entre 1 250 et 10 000 m² suivant la densité (objectif minimal : 10 ligneux par relevé d'après Cissé, 1990 et Hiernaux *et al.*, 1992²). Les surfaces sont, soit délimitées au coeur des formations préalablement définies, soit réparties systématiquement le long d'une ligne représentative de la séquence morphopédologique (figure II.2), soit étirées sur des bandes de 10 à 20 mètres de large le long des transects évoqués ci-dessus, ces bandes étant segmentées en tenant compte des ruptures de situations topographiques (dépression...), de sol (cuirasse, sable,...) ou d'occupation du territoire (parcours naturel, champs de céréales, jachères,...) ;
- estimation des densités par mesure des distances entre individus. Ces méthodes ont en commun de s'appuyer sur une ligne droite matérialisée par une corde et segmentée en 10 à 20 tronçons distants de 7 à 40 mètres suivant la densité ligneuse ; pour un site de relevé, la corde peut être déplacée plusieurs fois pour atteindre un effectif minimal de 80 ligneux (par exemple suivant deux axes perpendiculaires).

² Des exemples de détermination d'aire optimale phytosociologique, qui devraient précéder l'étude des densités de peuplements, sont données à la figure II.1 (Cissé, 1990).

Figure II.1 - Détermination de l'aire optimale phytosociologique d'un peuplement ligneux sahéliens (exemple = Cissé, 1990)

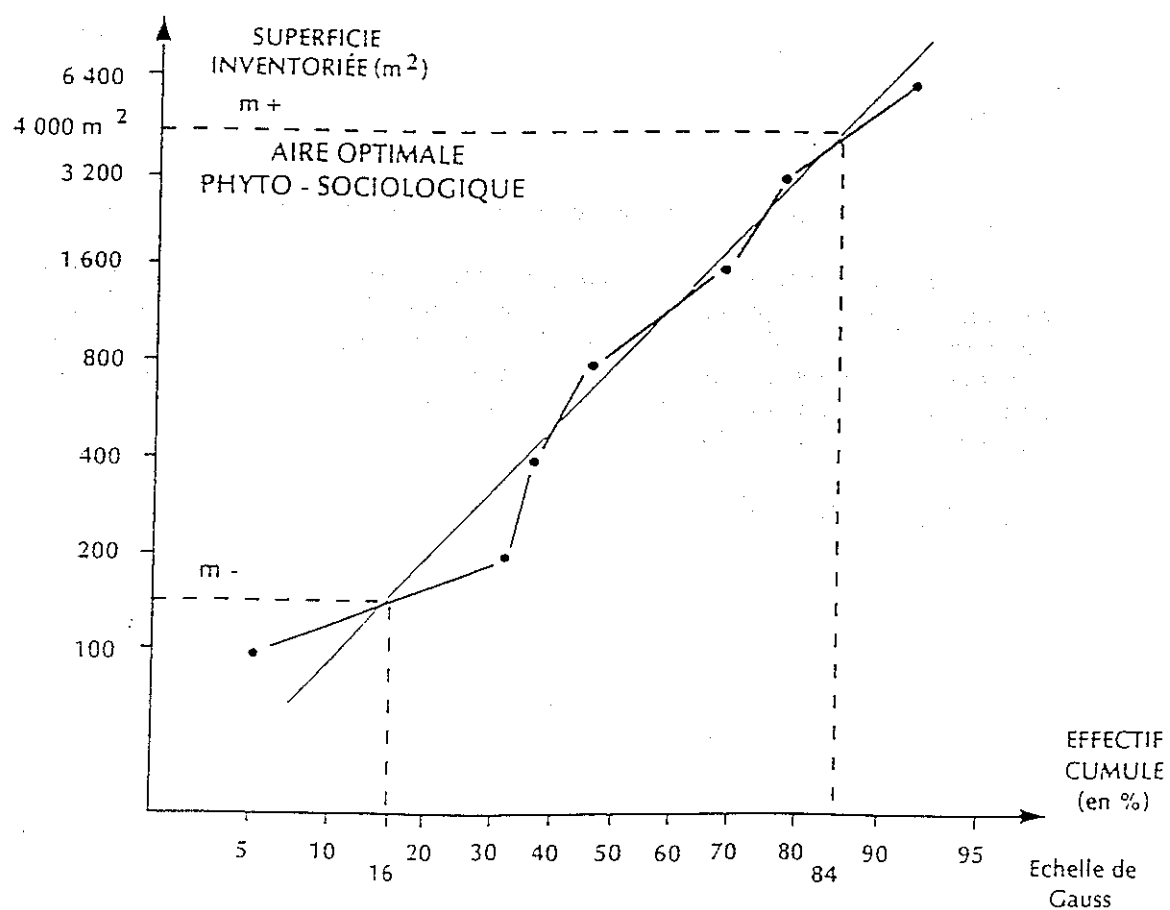
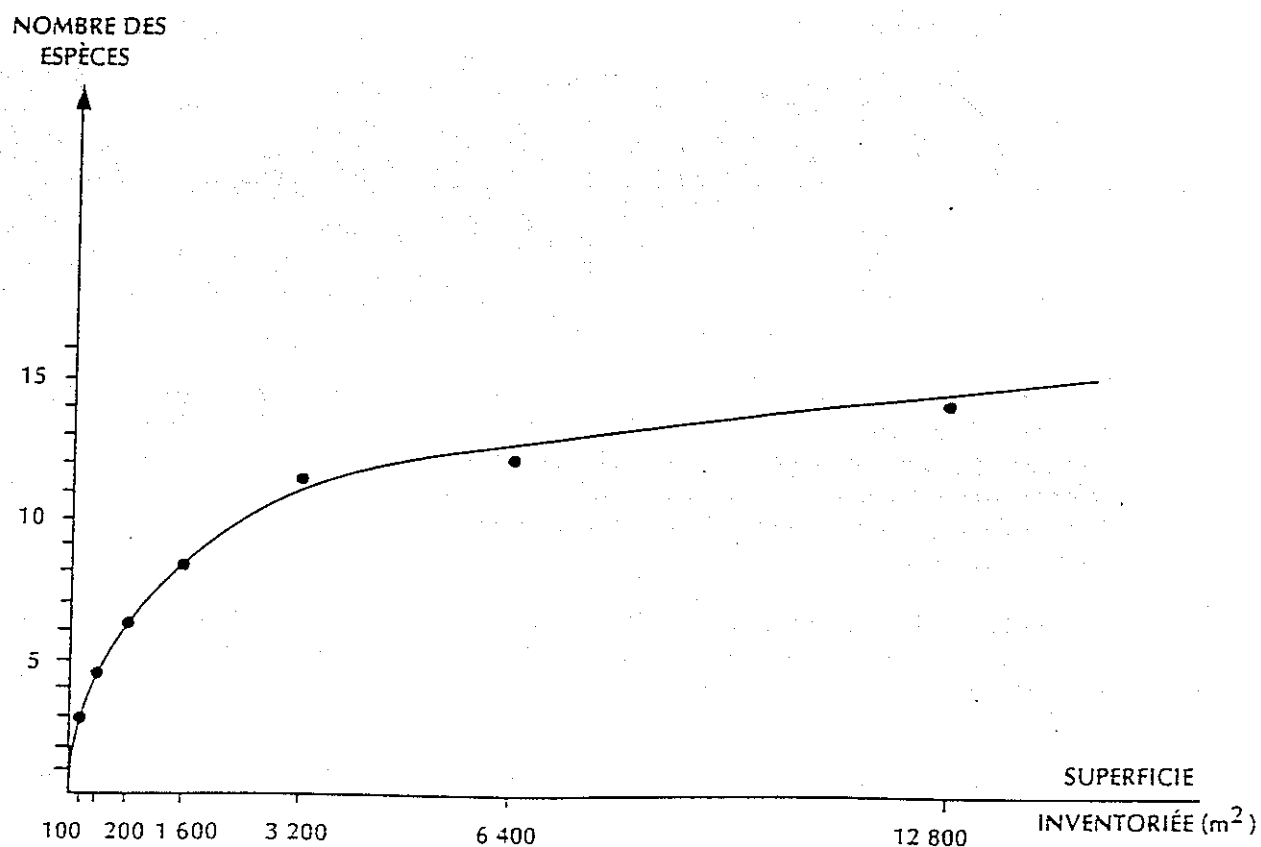
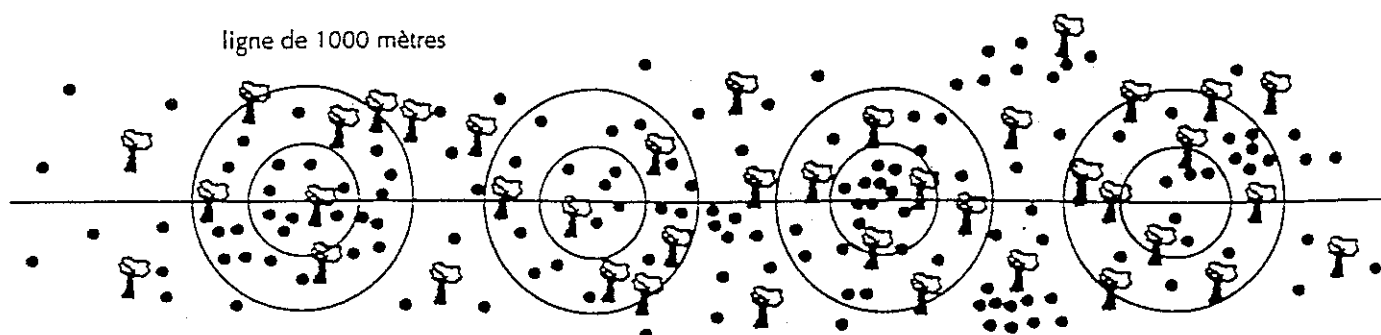


Figure II.2 - Relevé du peuplement des ligneux par surfaces circulaires
(Source : Cissé, 1990)



Les limites de tronçons correspondent à des repères à partir desquels peuvent être mesurées les distances des plus proches individus (PPI). Les limites de tronçons peuvent aussi servir à définir des quadrats : on mesure alors la distance du premier arbre de chaque quartier au point repère (méthode du quadrat centré sur point - QCP - Gaston et Boerwinktel 1982 et figure II.3).

Enfin, le quadrat peut être centré sur l'arbre le plus proche du transect ; les distances mesurées sont alors celles du premier arbre de chaque quartier à cet arbre repère (méthode des croisillons - Touré et Gillet, 1989 et figure II.4).

La densité peut être calculée par plusieurs formules rapportées, par exemple, par Walker (1970) dont les plus courantes sont :

$$\text{méthode PPI} = \text{densité (N/hectare)} = \frac{10\ 000}{4 d^2}$$

$$\text{méthode QCP} = \text{densité (N/hectare)} = \frac{10\ 000}{d^2}$$

avec d , distance moyenne (en m) entre arbre et repères.

La comparaison des résultats obtenus par le comptage direct et par les mesures de distance (Ickowicz, 1994 ; Bodji *et al.*, 1992) ont montré une sous-estimation³ des densités de peuplement de 10 à 20 p.100 par les méthodes indirectes pour des densités supérieures à 300 individus par hectare. Ces observations sont conformes aux résultats de Touré et Gillet (1989) et Walker (1970).

Les comptages utilisant les mesures de distances ont l'avantage d'une mise en oeuvre plus aisée et de fournir un échantillonnage aléatoire d'effectif défini pour les mensurations nécessaires aux études démographiques et à l'estimation des productions.

³par comparaison au comptage direct sur des surfaces

Figure II.3 - Relevé du peuplement ligneux par la méthode du quadrat centré sur point (QCP) (Source : Cissé, 1990)

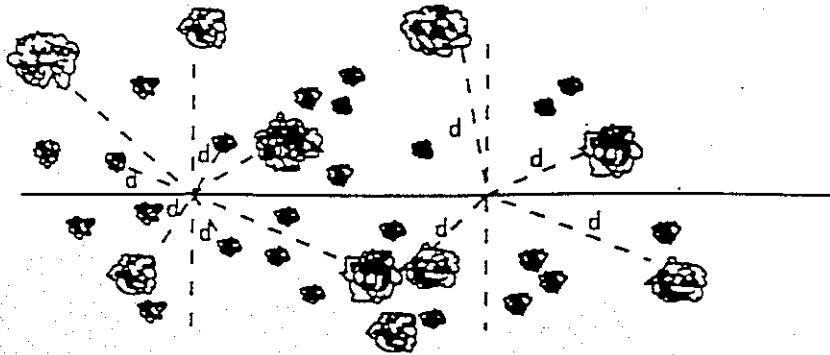
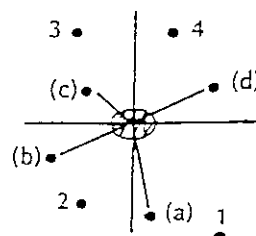
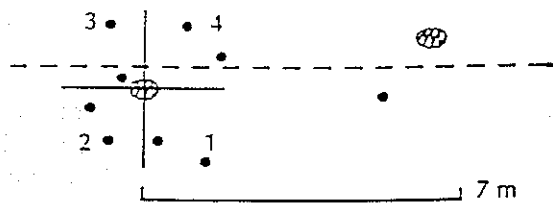
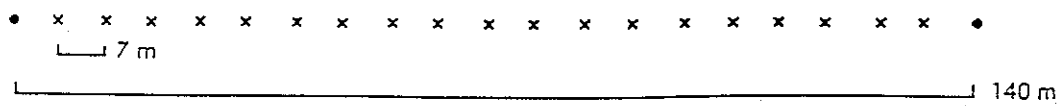


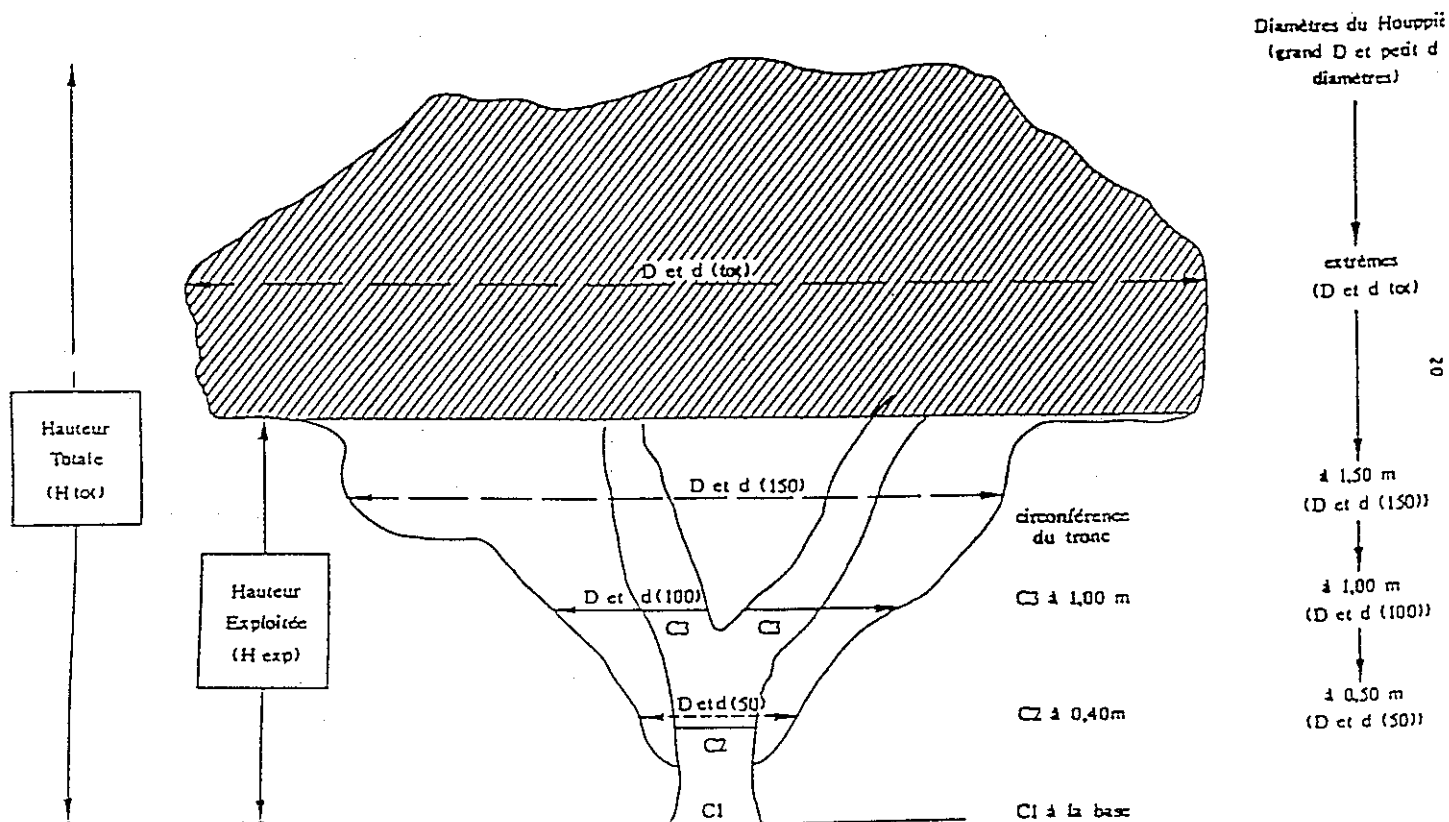
Figure II.4 - Présentation de la méthode des "croisillons" (Touré et Gillet, 1989)



1.2. Structure des peuplements

Les principales mesures retenues d'après la bibliographie sont présentées à la figure 5.

Figure II.5 - Mesure des mensurations sur un arbre-échantillon comprenant une strate exploitée et une strate non exploitée (Tounkara, 1991)



Celles qui sont utilisées le plus souvent pour caractériser la **dynamique des peuplements** sont la circonférence du tronc (Kassambara et Tounkara, 1993) ou la hauteur (Ickowicz, 1994). On a ainsi pu mettre en évidence pour certaines espèces l'accroissement de la densité, la régression ou l'absence de certaines classes de taille suite aux années de sécheresse. Les observations sont conformes à ce qui est habituellement décrit en régions sahéliennes et nord soudaniennes.

La **production fourragère** est bien sûr liée à la taille des individus ; son accessibilité pour le cheptel également mais elle dépend aussi de la forme du houppier. Les mesures individuelles visent à évaluer ces deux paramètres.

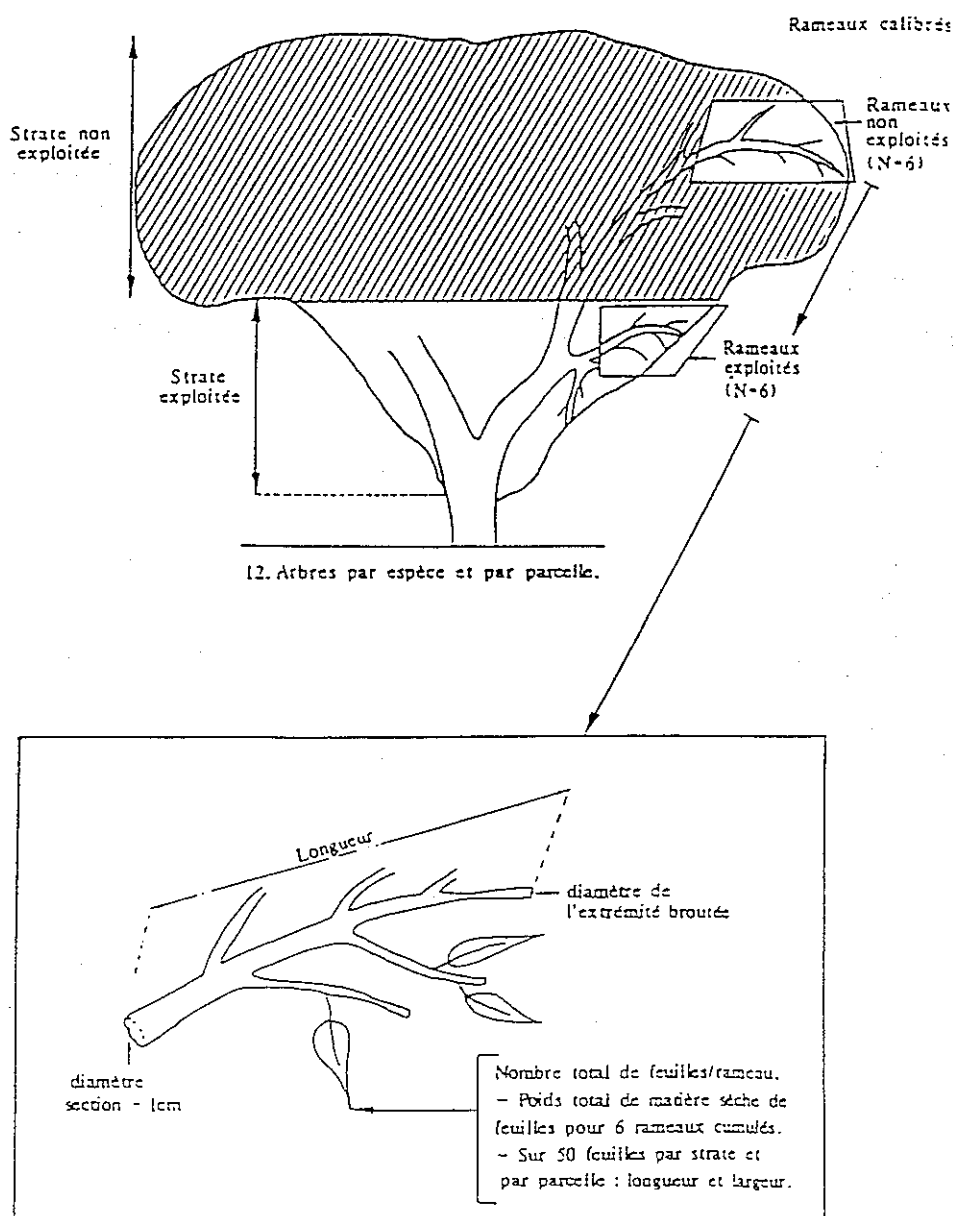
Le **recouvrement**, calculé à partir des diamètres minimal et maximal des houppiers permet une expression synthétique de l'importance relative des espèces ligneuses et du recouvrement global, toutefois, il renseigne peu sur la production fourragère et son accessibilité.

2. PRODUCTION FOURRAGERE

2.1. Production foliaire maximale

La biomasse foliaire maximale (BM), en fin de saison des pluies pour la plupart des espèces, peut être estimée à partir des mensurations et des relations d'allométrie mises au point par plusieurs équipes pour les principales espèces sahéliennes (tableaux II.1, II.2, II.3). Ickowicz *et al.*, (1994) ont complété la liste des équations disponibles et Kassambara et Tounkara (1993) ont généralisé certaines équations à des espèces de port, et de biologie comparables ; ces adaptations doivent être validées par quelques vérifications. De plus, l'application des relations d'allométrie à des ligneux soumis à d'autres conditions agro-écologiques que celles où elles ont été établies nécessite des corrections (cf. méthode des branchettes ci-dessous et figure II.6).

Figure II.6 - Mesures destinées à décrire la feuillaison sur des rameaux calibrés des strates exploitée et non exploitée (Tounkara, 1991)



2.2. Disponibilité fourragère saisonnière

La biomasse foliaire maximale renseigne sur la production fourragère présente au maximum de végétation. Cette production comme celle du tapis herbacé est sujette à une dégradation naturelle (dessiccation et chute, vent, insectes,...), au broutage, etc., inversement la croissance foliaire se poursuit en saison sèche. Il est donc nécessaire d'approcher les disponibilités fourragères saisonnières :

- la description des cycles phénologiques permet de déterminer qualitativement les périodes de disponibilité des organes végétaux ainsi que leurs stades de développement ;
- l'étude quantitative de la feuillaison permet d'estimer les variations des disponibilités fourragères (par rapport à la production maximale, ci-dessus), en particulier aux périodes de soudure - lorsque le facteur limitant de participation des ligneux à l'alimentation est quantitatif notamment en zone aride.

2.2.1. Cycles phénologiques

Les méthodes appliquées pour décrire les cycles phénologiques ont été inspirées par celle de Grouzis et Sicot (1980⁴) notamment pour le choix des stades caractéristiques de feuillaison ou de floraison - fructification - Onana (1994) propose une classification de ces stades prenant plus en compte la simultanéité, ou non, des cycles végétatifs, qui déterminent l'exploitation, et des cycles de reproduction qui déterminent la dynamique des peuplements. Ceci afin de mieux appréhender les conséquences des pratiques d'exploitation sur le renouvellement des espèces. Pour cela il a développé, sous le logiciel EXCEL, un programme permettant de tracer rapidement des phénogrammes sous forme d'histogrammes.

L'approche quantitative des changements de stade (figure II.7) proposée par Grouzis et Sicot (1980*) a été partiellement appliquée en Côte d'Ivoire et au Tchad :

- en Côte d'Ivoire, la phénologie de 12 espèces importantes au CRZ de Bouaké fut étudiée en fonction de la situation topographique. Les observations étaient bimensuelles et portaient sur quatre individus en haut, en milieu et bas de pente, soit douze au total (figure II.8) ;
- au Tchad les cycles phénologiques de 12 espèces appartenant à une ou plusieurs des quatre formations étudiées ont été décrits à partir des observations bimestrielles de 10 individus pendant 2 ans (figure II.9).

Conformément aux recommandations des auteurs de la méthode, il apparaît qu'un effectif supérieur à dix individus et des observations bimensuelles sont nécessaires pour étudier l'effet d'une combinaison de facteurs de milieu sur la phénologie.

⁴in Le Houerou éd. (1980)

Tableau II.1 - Relation d'allométrie entre la biomasse foliaire maximale (BM) et les mensurations appliquées à 7 espèces ligneuses du CRZ de Dahra (Toukara, 1991)

Espèce	Relations d'allométrie	R ²	et ₂	Limites d'application	bo	Source
<i>Acacia raddiana</i>	$BM = 52,5 D - 44,64$	0,97	-	$D < 30 \text{ cm}$	15	Piot et al., 1980
<i>Acacia senegal</i>	$BM = 2,2 D + 0,88$	-	-	$D < 16 \text{ cm}$	12	Bille, 1980
<i>Acacia seyal</i>	$\log BM = 2,25 \log C - 0,22$ $\log BM = 2,77 \log H - 4,01$ $\log BM = 1,22 \log S - 0,68$ $\log BM = 2,31 \log C - 0,74$	0,98 0,96 0,92 0,96	- - - -	$12 < C < 88 \text{ cm}$ - - -	15	Cissé, 1980 Cissé et Sacko, 1987 " "
<i>Balanites aegyptiaca</i>	$\log BM = 1,50 \log C + 0,81$ $\log BM = 1,50 \log H - 4,42$ $\log BM = 540 D - 521$ $\log BM = 1,06 \log C + 1,34 \log H - 4,34$	0,86 0,95 0,98 0,89	- - - -	$21 < C < 60 \text{ cm}$ $D < 30 \text{ cm}$ -	14	Cissé, 1980 Piot et al., 1980 Cissé et Sacko, 1987
<i>Boscia senegalensis</i>	$\log BM = 0,47 \log S + 0,77 \log N + 0,91 \log H - 4,85$ $\log BM = 1,14 \log H + 1,04 \log C - 2,88$	0,81 0,77	- -	- -	20	Cissé et Sacko, 1987
<i>Combretum aculeatum</i>	$BM = 60,57 H - 17,66$ $\log BM = 1,56 \log C + 0,40 \log S - 2,03$ $\log BM = 0,83 \log S + 0,58 \log H - 3,48$	0,99 0,85 0,78	- - -	$H < 3 \text{ m}$ - -	27	Piot et al., 1980 Cissé et Sacko, 1987

BM = biomasse foliaire maximale en g de matière sèche
D = diamètre du tronc à 40 cm
C = circonférence du tronc à 40 cm
N = nombre de tiges
H = hauteur totale
S = superficie de la projection de la couronne en cm²
bo = biomasse foliaire moyenne (g MS) des branchettes calibrées lors de l'établissement des relations d'allométrie (Gourma, Mali, Gaye 1989)

Tableau II.2 - Relations d'allométrie entre la biomasse foliaire maximale (BM) et les mensurations appliquées à 75 espèces ligneuses du ranch d'élevage de la SRZ de Niono (Kassambara et Tounkara, 1993) et de la forêt de Tienfala (Koné et al. 1993) (équations mises au point par Cissé 1991)

Espèces	Relations d'allométrie	R ²	et R	Limites d'application	bo	Niono	Tienfala
Acacia albida (Tamarindus indica)*	BM = 1,01 c ^{2,09}	-	-	-	15	x	x
Acacia ataxanatha	BM = 0,60 c ^{2,31}	-	-	-			x
Acacia erenbergiana	BM = 0,60 c ^{2,25}	-	-	-	15	x	
Acacia macrostachya	BM = 0,60 c ^{2,31}	-	-	-			x
Acacia nilotica	BM = 0,51 c ^{2,36}	-	-	-	25	x	
Acacia pennata	BM = 0,60 c ^{2,31}	-	-	-			x
Acacia raddiana	BM = 0,5 c ^{2,35}	-	-	-	15	x	
Acacia senegal	BM = 04,05 c ^{1,4}	-	-	-	12	x	
Acacia seyal	BM = 0,48 c ^{2,31}						x
Acacia seyal (A. ataxanatha, A. pinnata, A. sieberiana, Dichrostachys glomerata)*	BM = 1,48 c ^{2,31}	-	-	-	15	x	
Afrormosia laxiflora	BM = 0,95 c ^{2,07}	-	-	-			x
Azalia africana	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-			x
Annona senegalensis	BM = 2,34 c ^{1,88}	-	-	-			x
Anogeissus leiocarpus	BM = 2,36 c ^{1,75}	-	-	-	26	x	x
Baobab multiflora	BM = 1,00 c ^{2,18}	-	-	-			x
Balanites aegyptiaca	BM = 6,11 c ^{1,58}	-	-	-	15	x	x
Bombax costatum	BM = 0,46 c ^{2,17}	-	-	-	25	x	x

Tableau II.2 - (suite 1)

Espèces	Relations d'allométrie	R ²	et R	Limites d'application	bo	Niono	Tienfala
<i>Boscia angustifolia</i>	BM = 1,55 c ^{1,93}	-	-	-	20	x	x
<i>Boscia senegalensis</i> (<i>Ximenia americana</i>)*	BM = 2,34 c ^{1,88}	-	-	-	20	x	x
<i>Burkea africana</i>	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-			x
<i>Cadaba farinosa</i>	BM = 1,55 c ^{1,93}	-	-	-			x
<i>Cassia sieberiana</i>	BM = 0,95 c ^{2,07}	-	-	-			x
<i>Combretum aculeatum</i>	BM = 1,55 c ^{2,33}	-	-	-	25	x	
<i>Combretum ghasalense</i> (<i>C. glutinosum</i> , <i>C. nigricans</i>)*	BM = 1,25 c ^{2,12}	-	-	-	45	x	x
<i>Combretum glutinosum</i>	BM = 1,25 c ^{2,12}						x
<i>Combretum lecardii</i>	BM = 1,25 c ^{2,12}	-	-	-			x
<i>Combretum micranthum</i>	BM = 1,00 c ^{2,18}	-	-	-	35	x	x
<i>Combretum nigricans</i>	BM = 1,25 c ^{2,12}	-	-	-			x
<i>Combretum velutinum</i>	BM = 1,25 c ^{2,12}	-	-	-			x
<i>Commiphora africana</i>	BM = 1,52 c ^{1,78}	-	-	-	15	x	
<i>Cordyla pinnata</i>	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-			x
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	BM = 1,25 c ^{2,12}	-	-	-			x
<i>Dalbergia melanoxylon</i> (<i>Bauhinia rufescens</i>)*	BM = 7,69 c ^{1,18}	-	-	-	20	x	x
<i>Daniellia oliveri</i>	BM = 0,46 c ^{2,17}	-	-	-			x
<i>Detarium macrocarpum</i>	BM = 0,31 c ^{2,71}	-	-	-			x
<i>Detarium senegalensis</i>	BM = 0,31 c ^{2,71}	-	-	-			x

Tableau II.2 - (suite 2)

Espèces	Relations d'allométrie	R ²	et R	Limites d'application	bo	Niono	Tienfala
<i>Dichrostachys glomerata</i>	BM = 0,60 c ^{2,31}	-	-	-			x
<i>Diospiros mespiliformis</i>	BM = 0,95 c ^{2,07}	-	-	-			x
<i>Entada africana</i>	BM = 0,60 c ^{2,31}	-	-	-			x
<i>Feretia apodanthera</i>	BM = 1,91 c ^{1,64}	-	-	-	15	x	x
<i>Gardenia erubescens</i>	BM = 0,31 c ^{2,71}	-	-	-			x
<i>Gardenia ternifolia</i>	BM = 0,31 c ^{2,71}	-	-	-			x
<i>Grewia bicolor</i> (<i>Grewia sp</i>)*	BM = 3,00 c ^{1,50}	-	-	-	20	x	x
<i>Grewia mollis</i>	BM = 3,00 c ^{1,50}	-	-	-			x
<i>Grewia senegalensis</i> (<i>Maytenus senegalensis</i>)*	BM = 3,09 c ^{1,89}	-	-	-	35	x	x
<i>Haerifa insignis</i>	BM = 3,00 c ^{1,50}	-	-	-			x
<i>Hexalobus monopetalus</i>	BM = 1,55 c ^{1,93}	-	-	-			x
<i>Hymenia acida</i>	BM = 1,55 c ^{1,93}	-	-	-			x
<i>Lannea acida</i>	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-			x
<i>Lannea microcarpa</i>	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-			x
<i>Lannea velutina</i>	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-			x
<i>Maerua angolensis</i>	BM = 1,34 c ^{1,83}	-	-	-			x
<i>Maerua crassifolia</i> (<i>Cadaba sp</i>)	BM = 1,34 c ^{1,83}	-	-	-	12		
<i>Maytenus senegalensis</i>	BM = 3,09 c ^{1,89}	-	-	-			
<i>Mtragyna inermis</i>	BM = 0,33 c ^{2,33}	-	-	-	25	x	x

Tableau II.2 (suite 3)

Espèces	Relations d'allométrie	R ²	et R	Limites d'application	bo	Niono	Tienfala
<i>Pterocarpus lucens</i> (<i>Diospyros mespiliformis</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Lonchocarpus</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>)*	BM = 0,95 c ^{2,07}	-	-	-	20		
<i>Piliostigma reticulata</i>	BM = 0,31 c ^{2,71}	-	-	-	35		x
<i>Prosopis africana</i>	BM = 0,31 c ^{2,09}	-	-	-			x
<i>Pteleopsis suberosa</i>	BM = 0,95 c ^{2,07}	-	-	-			x
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	BM = 0,95 c ^{2,07}	-	-	-			x
<i>Pterocarpus lucens</i>	BM = 0,95 c ^{2,07}	-	-	-			x
<i>Saba senegalensis</i>	BM = 1,00 c ^{2,18}	-	-	-			x
<i>Sclérocarya birrea</i>	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-			x
<i>Sclérocarya birrea</i> (<i>Cordyla pinnata</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Stereospermum kunthianum</i>)*	BM = 0,22 c ^{2,40}	-	-	-	15		
<i>Securidaca longepedunculata</i>	BM = 1,34 c ^{1,83}	-	-	-			x
<i>Securinega virosa</i>	BM = 3,09 c ^{1,89}	-	-	-			x
<i>Strychnos spinosa</i>	BM = 1,38 c ^{1,91}	-	-	-			x
<i>Tamarindus indica</i>	BM = 1,01 c ^{2,09}	-	-	-			x
<i>Terminalia avicennioides</i>	BM = 2,09 c ^{2,06}	-	-	-	35		x
<i>Terminalia macroptera</i>	BM = 2,06 c ^{2,06}	-	-	-			x
<i>Vitex madiensis</i>	BM = 0,31 c ^{2,71}	-	-	-			x
<i>Vitellaria paradoxa</i>	BM = 3,09 c ^{2,06}	-	-	-			x
<i>Ximenia americana</i>	BM = 3,09 c ^{1,89}	-	-	-			x

Tableau II.2. - (suite 4)

Espèces	Relations d'allométrie	R ²	et R	Limites d'application	bo	Niono	Tienfala
Ziziphus mauritiana (Salvadora persica)*	BM = 1,38 c ^{1,91}	-	-	-	30		x
Ziziphus mucronata	BM = 1,38 c ^{1,91}	-	-	-			x

* = la relation peut s'appliquer aux espèces entre crochets

BM = biomasse foliaire maximale en g de matière sèche

C = circonférence du tronc à 40 cm

bo = biomasse foliaire moyenne (gMS) des branchettes calibrées lors de l'établissement des relations d'allométrie (Cissé 1991)

Tableau II.3 - Equations d'allométrie appliquées aux espèces ligneuses présentes à Bachoum et Kardéri
(Ickowicz *et al.*, 1994)

Espèce	Relations d'allométrie	R ²	et ₂	Limites d'application	bo	Source
Acacia laeta	BM = 142 D + 216,6	0,94	-	0 < D < 25	-	Plot <i>et al.</i> 1980
Acacia raddiana	BM = 52,5 D - 44,64	0,97	-	0 < D < 30	-	Plot <i>et al.</i> 1980
Acacia senegal	Ln BM = 1,40 Ln C + 0,46	0,83	-	-	-	Poupon 1980
Acacia seyal	Ln BM = 2,31 Ln C - 0,74	0,96	0,39	16 < C < 181	-	Clasé 1980
Balanites aegyptiaca	Ln BM = 1,06 Ln C + 1,34 Ln H - 4,34	0,89	0,58	5 < C < 250	-	Clasé 1980
Boscia senegalensis	Ln BM = 0,47 Ln S + 0,77 Ln N + 0,91 Ln H - 4,85	0,81	0,57	10 ⁴ < S < 99.10 ⁴	-	Clasé 1980
Calotropis procera	Log BM = 0,64 Log S + 0,24 Log N - 0,46	0,93	0,09	174 < S < 4.2.10 ⁴	-	Ickowicz 1994
Commiphora africana	Ln BM = 1,78 Ln C + 0,42	0,95	0,32	8 < C < 200	-	Clasé 1980
Ziziphus mauritiana	Ln BM = 1,91 Ln C + 0,32	0,96	0,33	6 < C < 148	-	Clasé 1980

BM = biomasse foliaire maximale en g de matière sèche
D = diamètre du tronc à 40 cm
C = circonférence du tronc à 40 cm
N = nombre de tiges
H = hauteur totale
S = superficie de la projection de la couronne en cm²

Figure II.7 - Exemple de phénogramme quantitatif établi à partir de l'observation des cycles de feuillaison, floraison et fructification de dix *Acacia nilotica* (Grouzis et Sicot, 1980 in Le Houerou, 1980)

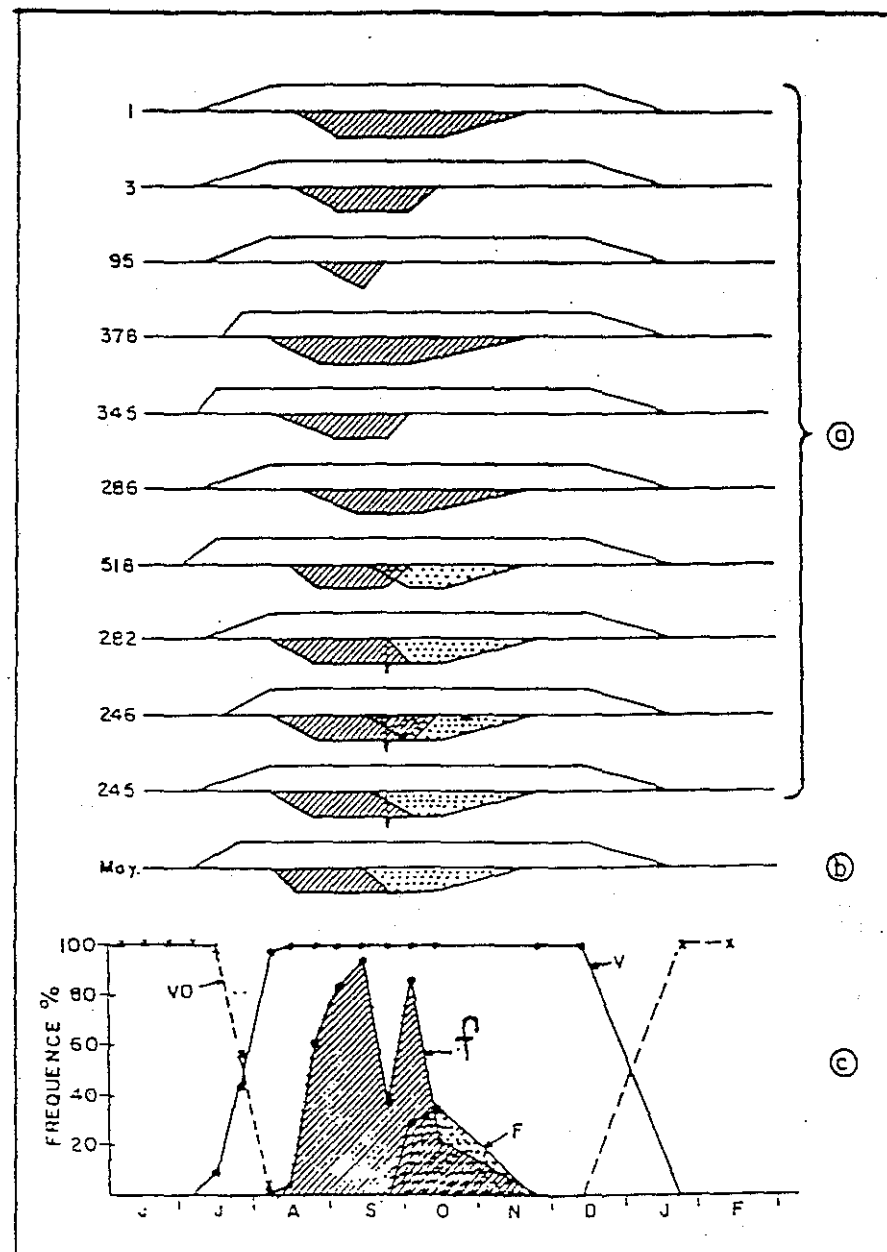


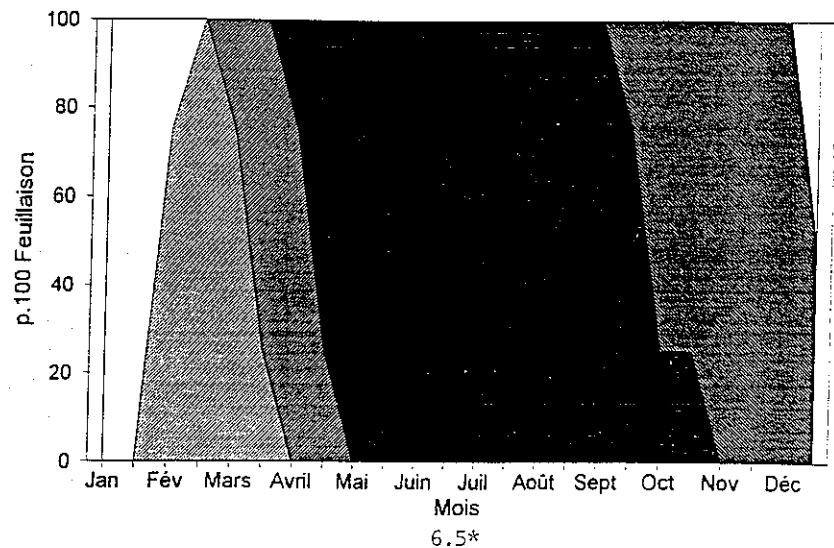
Figure II.8 - Exemple de comparaison des cycles de feuillaison de *Bridelia ferruginea* suivant la situation topographique au CRZ de Minankro-Bouaké - Côte d'Ivoire (Bodji *et al.*, 1993)

Haut de pente



Feuillaison

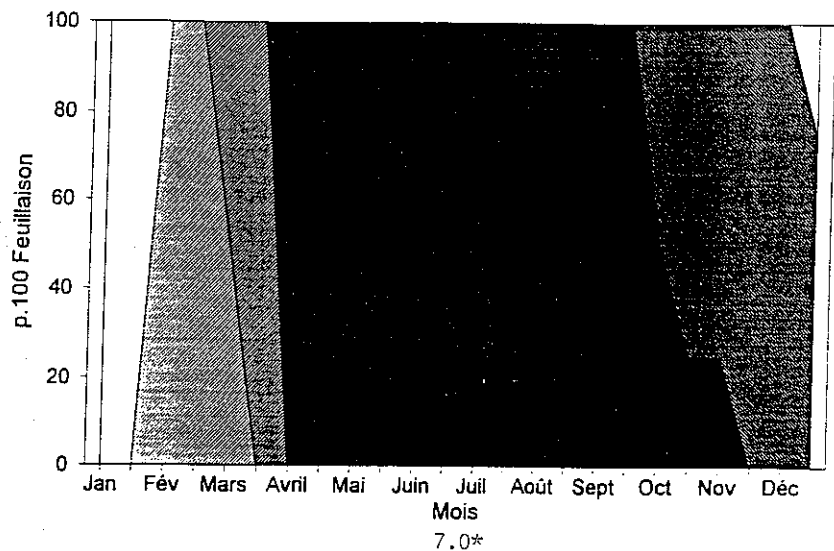
- 1 = Début de feuillaison (bourgeonnement)
- 2 = Développement des feuilles (bourgeons + feuilles épanouies)
- 3 = Pleine feuillaison
- 4 = Chute des feuilles (jaunissement et chute des feuilles)
- 5 = Pas de feuilles



* 50 p.100 des sujets en phase de feuillaison installée et verte (F2 + F3) pendant :

- 6.5 mois en haut de pente
- 7.0 mois à mi-pente
- 7.5 mois en bas de pente

Mi-pente



Bas-fond

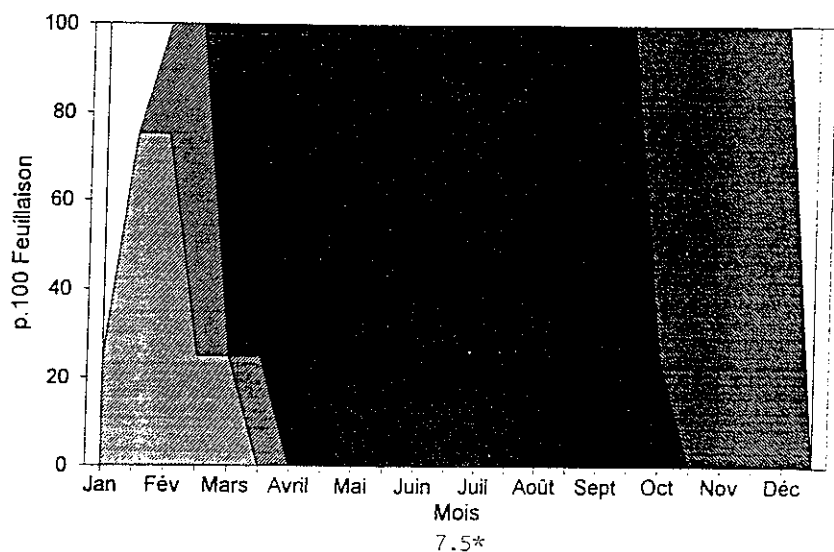
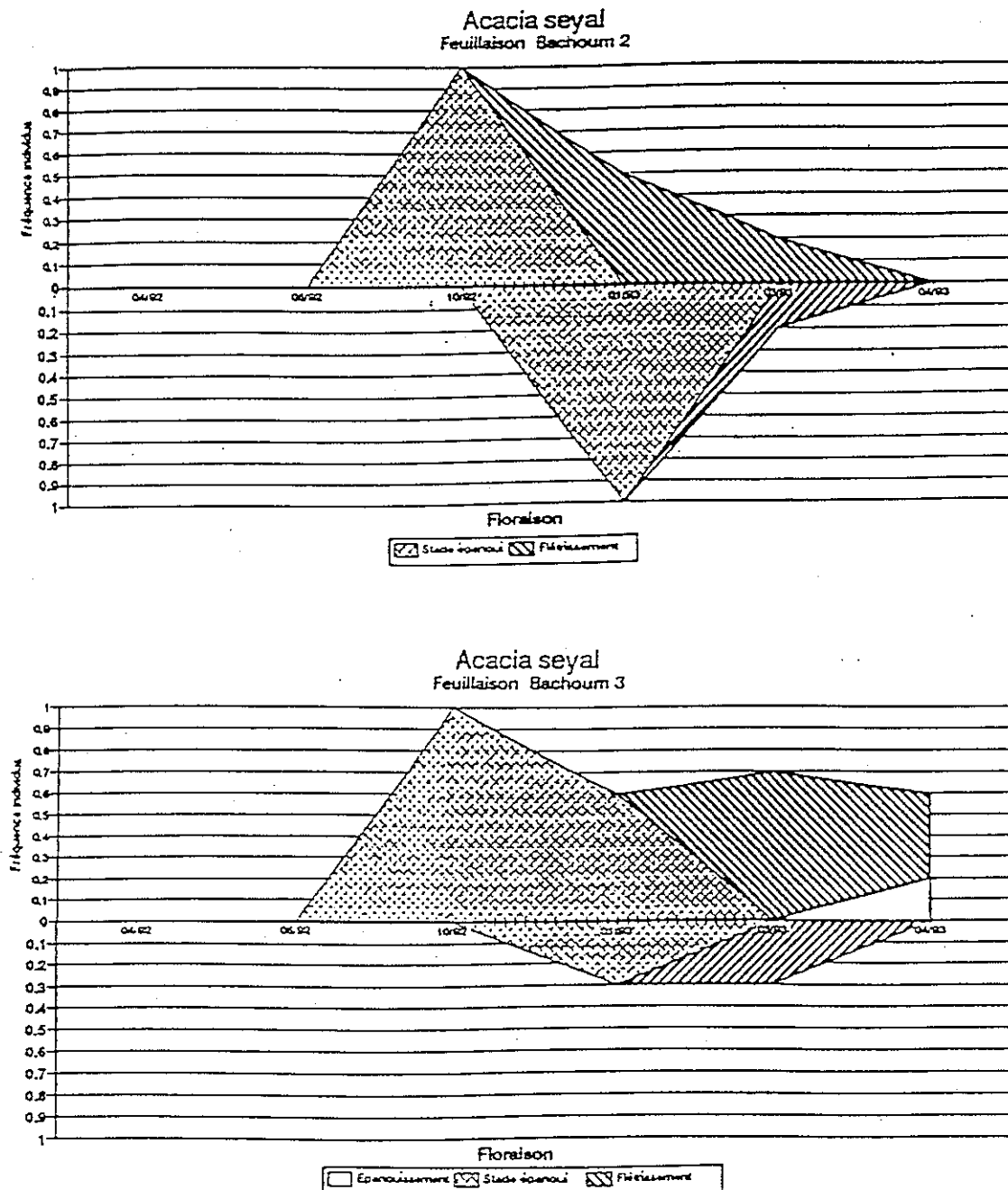


Figure II.9 - Exemple de comparaison intersites* des cycles de feuillaison et de floraison d'*Acacia seyal* au Tchad (Ickowicz, 1994)



- Stade 1 : stade bourgeon des feuilles ou fleurs ; nouaison pour les fruits.
 Stade 2 : stade début "épanouissement" des organes.
 Stade 3 : majorité des organes "épanouis" ; maturité pour les fruits.
 Stade 4 : début de "flétrissement" des organes ; début de dissémination des fruits.
 Stade 5 : organes en majorité secs.

* cf. tableau 17

2.2.2. Cycles quantitatifs de feuillaison

Les états de feuillaison pour un site et une saison donnée ont été quantifiés par la méthode des branchettes calibrées proposée dès 1980 par Cisse et généralisée par la suite aux études de potentialités fourragères au Mali (Hiernaux *et al.*, 1990, par exemple).

La méthode consiste à caractériser l'état de feuillaison maximal par mesure de la biomasse foliaire présente au maximum de végétation sur la partie distale de rameaux délimitée par un diamètre standard de leur section : en général 1 cm, mais 2 cm pour les espèces à grosses tiges (figure II.6). Les effectifs de branchettes sont compris entre 10 et 20 réparties sur 5 et 10 individus, en général 100 par espèce. S'il s'agit de caractériser la pression de broutage, les branchettes sont réparties entre les strates exploitées et non exploitées : la différence des biomasses par branchette entre les deux strates donne une évaluation du prélèvement (Toukara, 1991).

La biomasse foliaire maximale des branchettes (b_o) accompagne parfois les relations d'allométrie disponibles dans la bibliographie. Cette valeur b_o correspond aux arbres et arbustes qui ont été abattus pour l'établissement des relations d'allométrie.

Il est alors possible de corriger, pour un site et une année donnée, la biomasse foliaire maximale estimée par la comparaison de la biomasse branchette maximale mesurée (b'_o) à celle attachée à la relation d'allométrie (b_o)⁵.

$$\text{Biomasse foliaire maximale : } BM' = \frac{b'_o}{b_o} \times a M^a$$

où :

- $a M^a$ est la forme générale des relations d'allométrie (tableau II.2 par exemple) ;

- M est une mensuration.

Les variations saisonnières de la feuillaison sont mesurées suivant le même principe par le rapport entre la biomasse foliaire des branchettes calibrées mesurée à un temps t (mensuellement par exemple) et b'_o . Ces mesures ont été réalisées au Tchad (Ickowicz et Dassering, 1993) et au Mali (Kone Dembele *et al.*, 1993 - Kassambara et Toukara, 1993) (tableaux II.4 et II.5 et figures II.10 et II.11).

Les paramètres et méthodes décrits jusqu'ici visent à caractériser la biomasse fourragère totale mais ne tiennent pas compte de son accessibilité par le cheptel et de son utilisation effective.

⁵ Ickowicz (1994), qui ne disposait pas des valeurs b_o au moment de ses travaux, n'a pu procéder à ces corrections. En fait, il trouve des valeurs b'_o , proches de b_o : écart de l'ordre de 10 à 20 p.100 (tableau II.2 et figure II.10). Pour Kassambara et Toukara (1993), les écarts sont plus importants (tableau II.5).

Tableau II.4 - Evolution de la feuillaison sur 12 mois (juin 1991 à mai 1992) de 17 espèces ligneuses du ranch de la SRZ de Niono : en p.100 de la feuillaison maximale b'o qui a eu lieu en septembre ou octobre suivant les espèces (Kassambara et Tounkara, 1993)

b'o = biomasse foliaire maximale mesurée à Niono
 bo = biomasse foliaire maximale mesurée par les auteurs des relations d'allométrie

Code	Famille / Espèce	Formation	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	b'o/b0
b 051101	MIMOSACEAE <i>Légumineuse</i> <i>Dichrostachys glomerata</i>		16	46	100	86	84	73	30	14	0	0	0	3	2,46
051703	<i>Acacia senegal</i>		38	44	56	100	63	44	44	31	19	0	0	6	1,33
051715	<i>Acacia seyal</i>	Sa	14	29	71	100	80	43	24	19	14	10	0	5	1,40
		Ar	0	17	83	100	83	6	0	0	0	0	0	0	1,20
053301	FABACEAE <i>Légumineuse</i> <i>Pterocarpus lucens</i>		0	16	81	100	58	55	32	26	10	6	3	0	1,55
b 027610	COMBRETACEAE <i>Combretum ghasalense</i>		29	54	89	100	86	71	70	48	41	38	23	20	1,24
027616	<i>Combretum micranthum</i>		1	25	78	100	91	88	44	31	12	3	3	2	0,91
027635	<i>Combretum aculeatum</i>	BF	0	10	80	100	90	35	0	0	0	0	0	0	0,80
		Sa	0	23	85	100	88	35	8	4	0	0	0	0	1,04
027901	<i>Guiera senegalensis</i>	Bf	22	27	67	78	100	73	58	40	33	24	22	13	1,28
		Sa	0	19	60	100	77	74	44	35	28	12	2	2	1,22
030411	TILIACEAE <i>Grewia bicolor</i>		0	5	73	100	91	55	27	23	0	0	0	0	1,10
036302	ZYGOPHYLLACEAE <i>Balanites aegyptiaca</i>	Sa	6	38	50	75	100	63	24	31	0	0	0	6	1,06
068202	RHAMNACEAE <i>Ziziphus mauritiana</i>		12	35	65	100	94	88	71	65	41	35	9	3	1,13
071103	BURSERACEAE <i>Commiphora africana</i>		33	33	89	100	78	22	22	11	11	0	0	11	0,60
075301	ANACARDIACEAE <i>Sclerocarya birrea</i>		12	29	41	47	100	82	76	53	35	6	0	6	1,13
a 094901	RUBIACEAE <i>Perettia apodanthera</i>	BF	0	44	64	92	100	60	24	20	4	0	0	0	1,66

Sa = sur sol sableux ?

BF = sur bas-fond limono-argileux

Ar = sur dépression argileuse

Tableau II.5 - Evolution de la feuillaison sur 12 mois (juin 1991 à mai 1992) de 36 espèces ligneuses du ranch de la forêt de Tienfala : en p.100 de la feuillaison maximale b'o qui a lieu d'août à octobre suivant les espèces (Koné Dembélé, 1993)

Code	Famille / Espèce	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	b'o/b0
	CAESALPINIACEAE <i>Legumineuse</i>													
044501	Cordyla pinnata	20	37	99	100	65	16	11				9	12	
045801	Detarium microcarpum	29	39	100	62	58	20	7	3			13	20	
045802	Detarium senegalense	30	40	100	62		20	7	2			12	20	
046501	Daniellia oliveri	16	25	86	100									
049501	Burkea africana	11	20	51	100		15					4	5	
	MIMOSACEAE <i>Legumineuse</i>													
050801	Prosopis africana	22	59	100		91	33	29	17	3		12	24	
a 051101	Dichrostachys cinerea													
b 051101	Dichrostachys glomerata	38	49	55	100	80		47	13	2		18	22	
051707	Acacia macrostachya	21	39	100	72	90	57	41	30	23	8		18	
051708	Acacia ataxacantha	21	39	100	71	89	56	40	29	23	14		18	
	FABACEAE <i>Legumineuse</i>													
053301	Pterocarpus lucens	0	29	17	71	100	27	11	0	0	0		0	
053305	Pterocarpus erinaceus	34	48	100	100	60	41	33	26	26	25	16	28	
	POLYGALACEAE													
009702	Securidaca longepedunculata	14	14	79	100	70	83	52	28			3	7	
	COMBRETACEAE													
a 027607	Combretum molle													
b 027607	Combretum velutinum	85	65	78	100		45	48	23	14	6	39	45	
	Combretum nigricans	20	43	100	79	66	42	24	18	0	0	27	28	
	Combretum glutinosum	85	65	78	100	72	45	48	23	14	6	39	45	
a 027610	Combretum fragrans													
b 027610	Combretum ghasalense	85	65	78	100		45	48	23	14	6	39	45	
	Combretum micranthum	20	40	100	87	69	45	27	13			22	28	
	Combretum lecardii	86	66	80	100		45	48	23	14	7	39	45	
	Pteleopsis suberosa		18	100	43		14	6						
027901	Guiera senegalensis	26	26	17	100	43	26	38	14	13	16	13	18	
028004	Terminalia macroptera		28	77	63	100	21	10						
028010	Terminalia avicennioides		25	71	69	100	24	12						
	TILIACEAE													
030410	Grewia mollis	18	36	71	100	84		30	14			13	18	
030411	Grewia bicolor	18	36	71	100		68	34	14			12	18	

Tableau II.5 - (suite)

Code	Famille / Espèce	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	b'0/b0
033002	BOMBACACEAE <i>Bombax costatum</i>	16	25	86	100	93								
a 038001	EUPHORBIACEAE <i>Fluggea virosa</i>													
c 038001	<i>Securinea virosa</i>	9	32	100	91	27	17	11				8	2	
a 063502	CELASTRACEAE <i>Maytenus senegalensis</i>	15	36	100	71	75		54	32	32	24	8		
065701	OLACACEAE <i>Ximenia americana</i>	25	41	100	80	55	36	54	35	20	14	29	35	
068202	RHAMNACEAE <i>Ziziphus mauritiana</i>	57	21	100	42			66	28	15	30	22	13	
075301	ANACARDIACEAE <i>Sclerocarya birrea</i>	21	39	100	93	89	29					7	11	
079721	EBENACEAE <i>Diospyros mespiliformis</i>													
080901	SAPOTACEAE <i>Vitellaria paradoxa</i>	21	28	100	51	44	28	29	20	20	17	7	19	
082801	LOGANIACEAE <i>Strychnos spinosa</i>	13	23	75	100	70	73	48				17	23	
092001	RUBIACEAE <i>Crossopteryx febrifuga</i>	20	43	100	79		42	24	18			18	28	
094901	<i>Feretia apodanthera</i>	10	21	100	58	66	13	8						
126509	VERBENACEAE <i>Vitex madiensis</i>	2	6	38	100	60		38	6				9	

Figure II.10 - Variations saisonnières de la biomasse foliaire moyenne (gMS) des branchettes calibrées de six espèces ligneuses au ranch de Bachoum (Tchad - Ickowicz *et al.*, 1994)

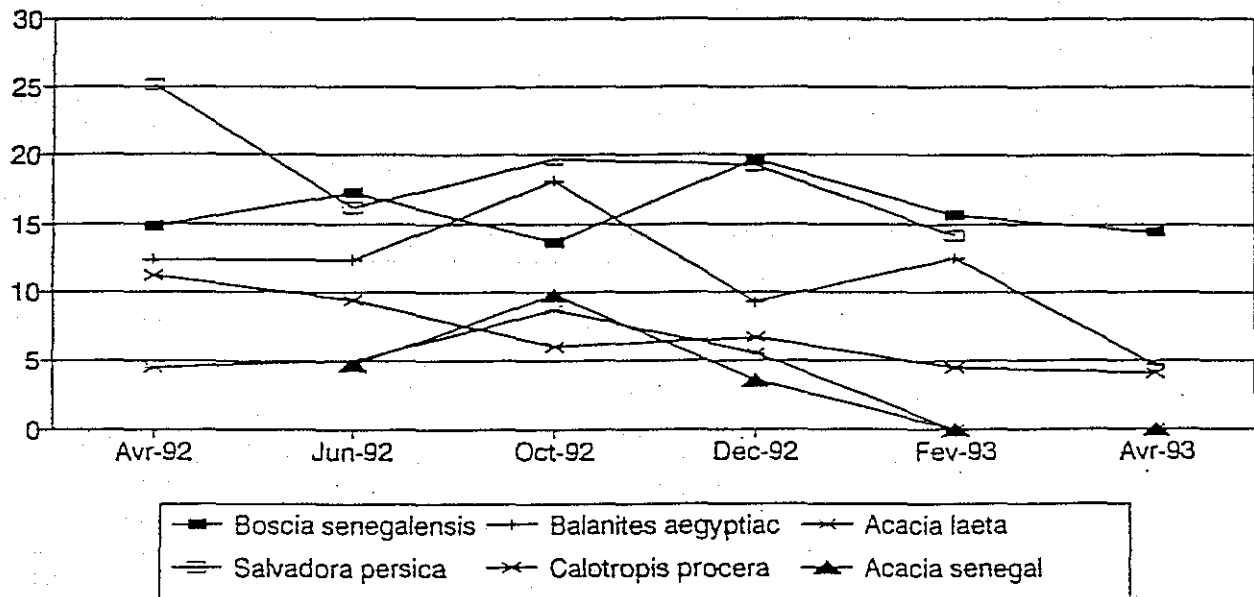
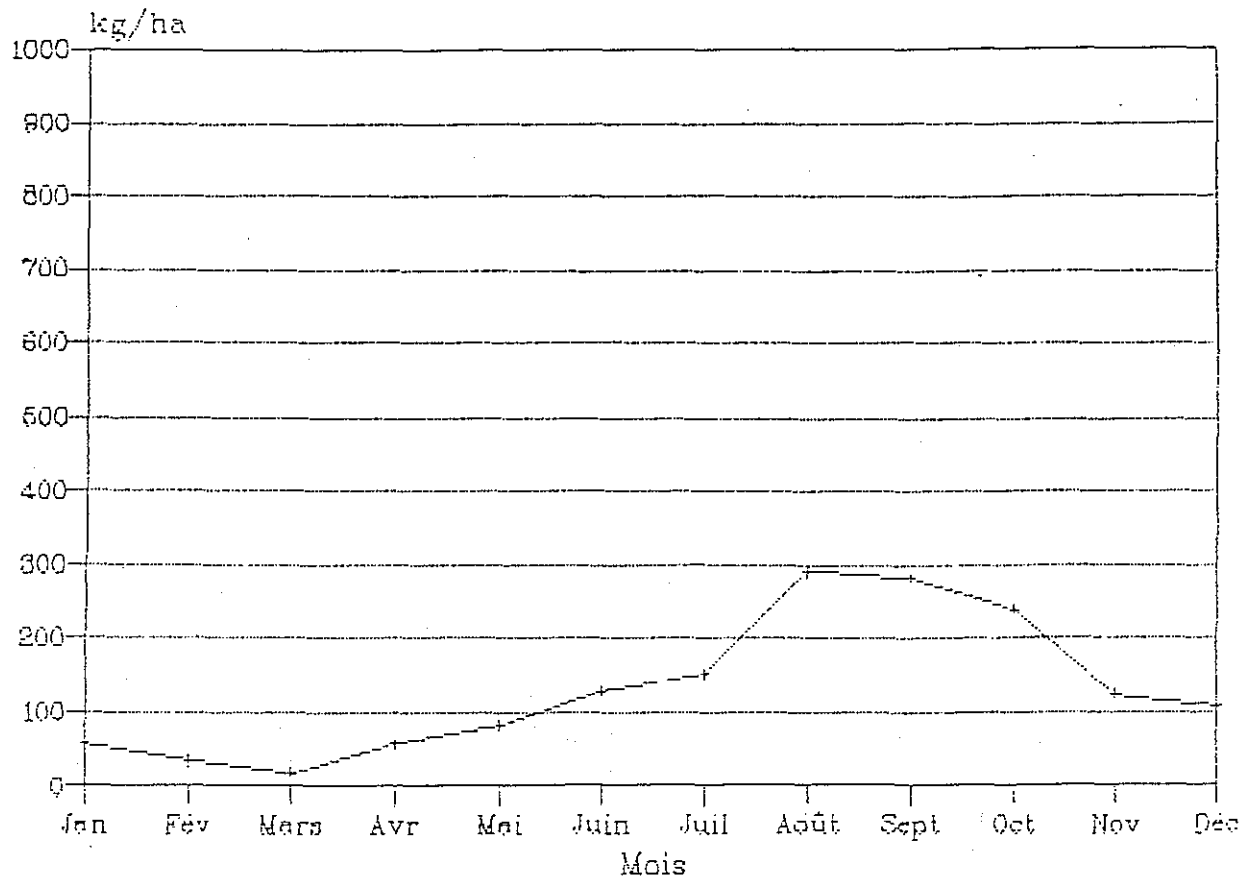


Figure II.11 - Evolution saisonnière de la biomasse foliaire totale d'une formation à *Combretum glutinosum* en forêt de Tienfala (Mali - Koné Dembelé *et al.*, 1993)



2.3. Biomasse fourragère accessible

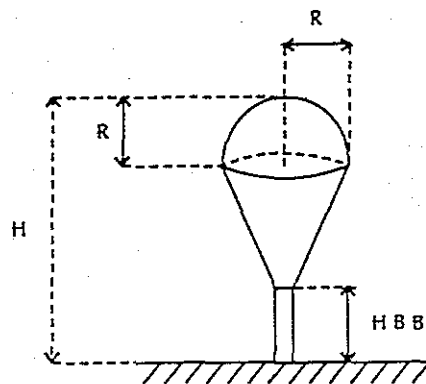
L'observation du comportement des animaux sur parcours conduit à considérer comme "utile" la fraction de la végétation ligneuse située en dessous de 1.5 m ou 2 m suivant les auteurs. En forêt de Tienfala (Koné, Dembelé *et al.*, tableau II.14), la limite a été fixée en ne retenant que les sujets ayant une hauteur inférieure à 2 m, c'est-à-dire en négligeant les branches basses des plus grands individus. En fait, la capacité des animaux à exploiter des strates supérieures dépend de leur taille (exemple du dromadaire), de l'appétibilité des espèces et de la pression du pâturage (biomasse animale/biomasse végétale qui détermine pour une part l'expression de l'"agilité" des animaux pour accéder aux espèces appréciées).

Ickowicz et Dassering, 1993 (figure II.12 et tableau II.6) au Tchad se sont efforcés, pour les conditions d'exploitation qu'ils ont connues⁶, de quantifier l'accessibilité observée des fourrages en mesurant la fraction des houppiers située en dessous de 1.5 m ainsi que leur "pénétrabilité" en profondeur. Pour cela, ils ont affecté des formes géométriques à chaque espèce (figure II.12) et assimilé le volume inférieur au volume utile. Ils ont aussi mesuré la profondeur d'exploitation du houppier variable d'une espèce végétale à l'autre, mais aussi suivant l'espèce animale. Ce dernier point n'a pas pu être étudié au Tchad car l'exploitation des parcours était mixte (plusieurs espèces animales) : en revanche, au Sénégal, les mesures réalisées dans le cadre du dispositif du projet TS2 0075-IRL (EDB) renseignent partiellement sur ce point (cf. ci-dessous).

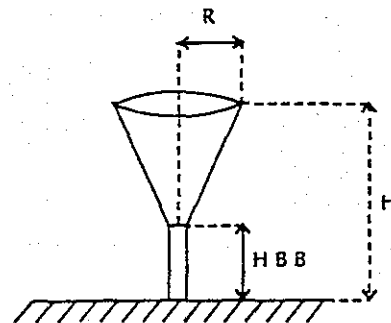
Ces mesures et calculs ont conduit, au Tchad, à la détermination d'une biomasse fourragère saisonnière et accessible - par espèce végétale et par peuplement (tableaux II.6 et II.7).

⁶par hectare = 12,5 à 125 kg de poids vif animal
 70 à 4 000 kg MS de biomasse herbacée
 40 à 480 kg MS de biomasse ligneuse totale.

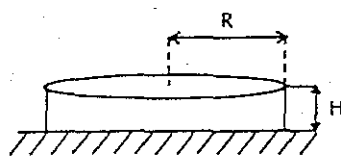
Figure II.12 - Formes attribuées aux espèces ligneuses pour le calcul des volumes de houppier (Ickowicz, 1994)



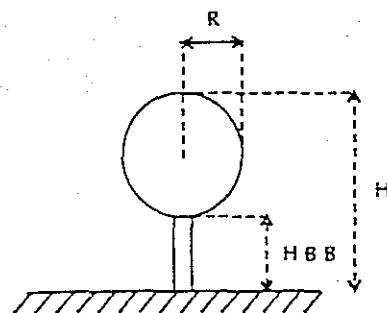
Balanites aegyptiaca
Boscia senegalensis
Cordia sinensis
Capparis decidua



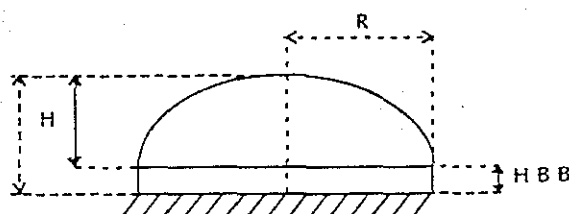
Acacia raddiana
Acacia senegal
Acacia seyal
Acacia laeta
Leptadenia pyrotechnica
Calotropis procera
Ziziphus mauritiana



Hyphaene thebaica
 (buisson)



Lanea humilis
Commiflora africana



Salvadora persica

Tableau II.6 - Paramètres caractérisant la disponibilité fourragère ligneuse sur le site Bachoum 1

Bachoum 1	Eff	S m ²	Vt m ³	Vd m ³	Va m ³	BtM g/MS	BdM g/MS	BaM g/MS
Espèces								
<i>Boscia senegalensis</i>	14	18.7	15.8	12.6	12.6	5 308	5 059	5 059
<i>Commiphora africana</i>	1	4.9	8.2	1.1	1.0	987	127	119
<i>Acacia senegal</i>	8	165.7	171.8	2.9	2.5	2 306	. 45	40
<i>Calotropis procera</i>	38	67.1	47.9	21.7	21.7	8 801	5 263	5 263
<i>Capparis decidua</i>	9	104.9	232.1	33.6	26.0	-	-	-
<i>Cordia sinensis</i>	4	34.5	53.6	29.4	11.9	719	394	160
<i>Lannea humilis</i>	2	18.9	46.0	2.2	1.8	-	-	-
<i>Salvadora persica</i>	1	61.1	143.3	77.7	14.9	45 993	24 935	4 776
<i>Hyphaene thebaica</i>	3	3.5	2.6	2.6	2.6	-	-	-
Total échantillon QCP	80	479.3	721.2	183.8	95.1	64 114	35 823	15 417
Total site/ha	133	796.9	1199.0	305.5	158.1	106 590	59 556	25 631

S = Surface de recouvrement (projection des houppiers sur le sol)

Vt = Volume total de houppier

Vd = Volume de houppier en dessous de 1,5 m (volume "disponible" - Ickowicz, 1994)

Va = Volume de houppier en dessous de 1,5 m et accessible en profondeur aux animaux

BtM = Biomasse foliaire totale au maximum de feuillaison

BdM = Biomasse foliaire en dessous de 1,5 m au maximum de feuillaison ("biomasse foliaire disponible" Ickowicz, 1994)

BaM = Biomasse foliaire en dessous de 1,5 m et accessible aux animaux en profondeur au maximum de feuillaison

Tableau II.7 - Proportion des espèces ligneuses par rapport à la population (% P), au recouvrement ligneux (% S) et biomasse foliaire accessible maximale (% BM) sur les quatre sites (Ickowicz et al., 1994)

FORMATIONS		BACHOUM I			BACHOUM II			BACHOUM III			KARDERI		
Nombre de ligneux par hectare		133			128			48			211		
Taux de recouvrement des couronnes %		8.0			3.1			2.8			22.3		
Biomasse foliaire maximale kg/ha			25.6			19.5			34.4			14.3	
Code	Famille / Espèce	%P	%S	%BM	%P	%S	%BM	%P	%S	%BM	%P	%S	%BM
044001	CAESALPINIACEAE Légumineuse <i>Bauhinia rufescens</i>	.						.					
051702	MIMOSACEAE Légumineuse <i>Acacia lacta</i>				5.0	32.6	8.00						
051703	<i>Acacia senegal</i>	10.0	34.6	0.3				6.3	18.1	0.1	3.8	10.4	0.3
a 051706 b 051706	<i>Faidherbia albida</i> <i>Acacia albida</i>										1.3	17.7	3.3
a 051713a b 051713a	<i>Acacia tortilis</i> ssp. <i>raddiana</i> <i>Acacia raddiana</i>							.			11.2	4.4	21.2
051712	<i>Acacia nilotica</i>				.								
051715	<i>Acacia seyal</i>	.			1.3	0.4	0.0	.					

CONCLUSION

**Choix des méthodes d'observations et de mesures, de leur précision,
en fonction des objectifs de gestion
des peuplements et des ressources fourragères**

Il paraît difficile d'aller beaucoup plus loin dans l'évaluation de la contribution de la strate ligneuse au bilan fourrager en milieu difficile et hétérogène (Leouffre, 1991).

Ce type de méthodologie ne peut pas être répété à grande échelle mais à l'avantage de fournir des références sur les variations des productions et leur disponibilité effective. La comparaison des résultats obtenus par les diverses méthodes montre aussi que des inventaires utilisant des paramètres trop globaux fournissent toujours des valeurs chiffrées mais qui ne correspondent à aucune réalité fourragère : l'importance relative des espèces est très variable suivant que l'on considère la densité de population, le taux de recouvrement ou la biomasse fourragère (tableau II.7).

Le choix des mesures doit être orienté par les objectifs d'utilisation. Les résultats obtenus, leurs difficultés d'obtention, leur précision et leur variabilité, inspirent quelques questions :

- si l'objectif est de mettre en relation le comportement alimentaire des animaux sur parcours avec la végétation, des classes d'abondance-dominance associées à des phénogrammes qualitatifs ne sont-elles pas suffisantes ?
- s'il s'agit de comparer en vue de leur sélection des espèces utilisées pour les aménagements agroforestiers, n'est-il pas nécessaire de comparer, quantitativement, leurs productions utiles en particulier pour les périodes de soudure ?

Ce dernier point fait référence à la gestion des peuplements ligneux qui peuvent subir une pression de brout plus ou moins forte. Certaines espèces telles que *Combretum aculeatum*, en zone sahélienne, semblent limitées pour leur développement et leur reproduction par le surpâturage, d'autres envahissent les parcours sans contribuer, significativement, à l'alimentation des animaux, enfin d'autres ont un statut intermédiaire.

Pour celles qui ont des statuts critiques⁷, il est utile de connaître les effets de divers niveaux de pression de pâturage en vue de recommander des charges ne mettant pas en danger la végétation ligneuse. C'est par exemple un des objectifs poursuivis par le projet forestier Sénégal-Allemand de Vindou Tiengoli (CNRF Dakar/GTZ) et les projets ST2 et ST3, coordonnés par le Teagasc (Irlande), consacrés au "pâturage mixte".

Quelques espèces végétales spontanées pourraient être l'objet d'expérimentations particulières pour fixer les normes de leur gestion. Les mesures sont abondantes pour les espèces cultivées (*Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*,... Kouonmènioc, 1990 par exemple). Onana (1994) a étudié les effets de divers rythmes d'effeuillage manuel de *Ficus gnaphalocarpa*, objet d'une exploitation intense dans la région de Garoua.

⁷ menacées ou envahissantes, par exemple

L'effet du prélèvement par l'animal étudié directement ou simulé par un effeuillage manuel sur la croissance des feuilles (Leouffre, 1991), a été peu étudié en zone tropicale sèche. Cissé (1980) étudia l'effet de l'effeuillage sur certains buissons (*Combretum aculeatum*, *Cadaba farinosa*, *Feretia apodanthera*) ; il conclut à la variabilité des réponses observées (effet dépressif ou stimulant) suivant l'espèce végétale, le rythme d'effeuillage. Il affirma qu'à long terme, l'effeuillage peut entraîner une modification de la production par modification de la structure du peuplement, l'évolution se faisant au détriment des espèces les plus exploitées.

L'effet du prélèvement a été plus étudié en milieu méditerranéen, en particulier sur diverses espèces de chêne (Revue de Leouffre, 1991). Ces études mettent en évidence les effets des prélèvements sur la croissance foliaire à long terme, mais elles ne permettent pas de corriger les résultats obtenus par les relations d'allométrie pour estimer un stock de fourrage à une période déterminée.

Toumkara (1991) a caractérisé l'état de feuillaison de 7 espèces ligneuses soumises à un brout plus ou moins intense par des bovins, des ovins ou des caprins (projet 135/EEC ; TS2-0075 - IRL (EDB)) (tableau II.8). Pour cela, il a distingué les strates exploitées et non exploitées en fin de saison sèche et a utilisé des paramètres extraits de la bibliographie tels que :

- la hauteur de broutage (tableau II.9) et la section des tiges broutées ;
- le taux de feuillaison (tableau II.10) et la densité numérique des feuilles ;
- leur surface et leur poids pour déterminer un indice foliaire, témoin du potentiel photosynthétique, etc.

Tableau II.8 - Surfaces, biomasses herbacées, densités ligneuses et charges animales de certaines parcelles (1) du dispositif expérimental du projet "n° 135/EEC ; TS2 - 0075 - IRL (EDB)" (2) consacré à l'étude des effets du "pâturage mixte" sur le comportement alimentaire des ruminants, les performances zootechniques et la dynamique de la végétation (d'après communication personnelle de T. Nolan-Teagasc et d'après Tounkara, 1991)

Parcelle	1	3	4	5	6
Surface (ha)	60,4	16,1	15,6	15,0	9,8
Biomasse herbacée (kg MS/ha) (début de saison sèche)	499	437	138	231	358
Nombre de ligneux vivants (N/ha)	113	89	126	313	163
Charge totale					
. Bovins : N	15	-	-	-	-
Poids vif (kg)	2 559	-	-	-	-
P 0,75 (kg)	708	-	-	-	-
. Ovins : N	-	24	48	-	-
Poids vif (kg)	-	479	1 091	-	-
P 0,75 (kg)	-	227	500	-	-
. Caprins : N	-	-	-	24	48
Poids vif (kg)	-	-	-	476	820
P 0,75 (kg)	-	-	-	226	403
Charge par hectare					
. Bovins : kg P 0,75/ha	11,7	-	-	-	-
. Ovins : kg P 0,75/ha	-	14,0	32,1	-	-
. Caprins : kg P 0,75/ha	-	-	-	15,0	41,1
. Total	11,7	14,0	32,1	15,0	41,1
Pression de pâturage					
. Biomasse herbacée en kg/kg P 0,75	42,6	31,1	4,3	15,3	8,7
. Nombre de ligneux vivants par kg P 0,75	9	7	4	21	4

(1) parcelles dont la végétation ligneuse a été étudiée en fin de saison sèche (Tounkara, 1991).

(2) projet associant Teagasc (Irlande), ISRA (Sénégal), CIRAD-EMVT (France)

Tableau II.9 - Moyennes et écarts types des hauteurs de broutage (en cm)
(30 arbres ou arbustes par espèce ou par parcelle)
(Toukara, 1991) (Collaboration avec projet 135/EEC ;
TS2 - 0075-IRL (EDB))

Espèces		Parcelle - Espèce - Charge					Ensemble des parcelles
		1 B f	3 O f	4 O F	5 C f	6 C F	
<u>Acacia senegal</u>	x	105	88	97	120	114	105
	s	20	15	18	18	31	
<u>Acacia seyal</u>	x			98	110		(104)
	s			10	18		
<u>Acacia raddiana</u>	x	83		64	103		(83)
	s	50		33	51		
<u>Balanites aegyptiaca</u>	x	111	88	90	108	114	102
	s	23	18	15	23	41	
<u>Boscia senegalensis</u>	x	90	57	16	51	77	64
	s	44	20	20	31	26	
<u>Calotropis procera</u>	x	76	57	109	104	119	93
	s	25	27	7	26	23	
<u>Combretum aculeatum</u>	x	99	84	96	126	86	98
	s	41	18	16	27	37	
Moyennes pour les cinq espèces exploitées dans toutes les parcelles		96	75	88	102	102	92

B : bovin ; C : caprin ; O : ovin ;
f : charge faible. (11 à 15 kg $P^{0.75}$ /ha) ; F : charge forte. (30 à 40 kg $P^{0.75}$ /ha) ;
x : moyenne ; s : écart type

Tableau II.10 - Estimation, pour quelques espèces ligneuses, du taux de feuillaison des strates exploitée (E) et non exploitée (NE) en fin de saison sèche (mai 1991) par comparaison de la biomasse foliaire des rameaux calibrés (bt) à celle estimée d'après la bibliographie (Toukara, 1991)
(Collaboration avec projet 135/EEC ; TS2 - 0075 - IRL (EDB))

Espèces	Strate	Parcelle - Espèce - Charge					Moyenne	Ecart Type
		1 B f	3 O f	4 O F	5 C f	6 C F		
<u>Acacia senegal</u>	N.E.	32	19	28	37	23	28	6
	E.	18	5	5	5	5	9	5
<u>Acacia seyal</u>	N.E.			19	19		19	
	E.			11	3		7	4
<u>Acacia raddiana</u>	N.E.	48		37	23		36	10
	E.	64		21	5	0	13	8
<u>Balanites aegyptiaca</u>	N.E.	36	16	15	42	8	23	13
	E.	18	10	9	6	2	9	5
<u>Boscia senegalensis</u>	N.E.	99	74		64	62	75	15
	E.	43	76		70	64	63	12
<u>Calotropis procera</u>	N.E.	11	14	33	24			
	E.	14	11	16	18			
<u>Combretum aculeatum</u>	N.E.	3	5	4	1	17	6	6
	E.	2	3	4	1	2	3	1

B : bovin ; C : caprin ; O : ovin ;

f : charge faible (11 à 15 kg $P^{0.75}$ /ha) ; F : charge forte (30 à 40 kg $P^{0.75}$ /ha)

Ces mesures très lourdes ne conduisent pas à des recommandations de gestion, mais la mise à l'épreuve des protocoles (temps de travaux par exemple) (tableau II.11) et les résultats constituent des acquis pour l'établissement de référentiels (valeurs moyennes et variabilité des paramètres...) ainsi que la définition d'expérimentations ciblées sur certaines espèces végétales considérées comme importantes sur tel ou tel critère agronomique, forestier ou zootechnique.

Tableau II.11 - Temps de travaux pour l'étude de la végétation ligneuse dans le cadre de cette étude (Tounkara, 1991 ; collaboration projet 135/EEC ; TS2 - 0075 - IRL (EDB))

Travaux	Nbre de personnes	Nbre de journées	Nbre d'heures	Temps unitaire (homme x temps)
Inventaire	4	4	28	1,5 h/ha
Mensurations	2	20	140	20 min/arbre
Feuillaison	4	24	168	10 min/branchette
Mesures sur les feuilles	1	11	72	50 feuilles/h

Les données obtenues par les méthodes décrites ci-dessus sur les principaux terroirs où fut étudié le comportement alimentaire des ruminants sont résumés dans les tableaux II.12 à II.17.

Tableau II.12 - Végétation ligneuse et subligneuse (* dans le tableau) des parcours de savane arborée et arbustive guinéenne de Foro Foro en Côte d'Ivoire (Bodji *et al.* - DRA/IDESSA 1993)

Coordonnées et situation géographique : latitude 8°N ; longitude 5°0 à 25 km au nord de Bouaké.

Pluviosité : 1 000 à 1 200 mm d'avril à octobre.

Types de végétation et de sols : au Foro Foro, les animaux exploitent les pâturages répartis en deux zones A et B (César, 1984). La zone A a été préalablement caractérisée par César en 1984. Dans le cadre de l'exécution du projet CEE, Bodji *et al.* (1991-1992) ont délimité 66 ha exploités par les animaux au niveau de la zone A d'une part et d'autre part décrit quatre faciès de végétation, représentés par les formations I, II, III et IV.

- Savane arborée et forêt claire à *Daniellia oliveri* sur sols argilo-sableux dans les bas de pente (formation I).
- Savane arbustive et arborée à *Pseudocedrela kotschy* sur sols sablo-argileux à mi-pente (formation II).
- Savane arbustive et arborée à *Parinari curatellifolia* et *Pericopsis laxiflora* sur sols gravillonnaires latéritiques (formation III).
- Savane arbustive et arborée à *Pterocarpus erinaceus* sur sols sableux (formation IV).

Méthodes : un comptage direct des ligneux a été effectué sur trois parcelles contiguës de 1 250 m² (50 x 25 m) représentatives de chacune des formations. La comparaison des résultats du comptage direct avec ceux d'une estimation par la méthode des croisillons (Touré et Gillet, 1989) proche de la méthode du "quadrat centré sur point" a été effectuée sur les deux diagonales d'une parcelle de 1 hectare. Les résultats du comptage direct ont été retenus pour comparer les quatre formations.

Commentaires : Comme pour Thyse Kayemor (tableau II.13), cette description ne permet pas d'évaluer la production fourragère ligneuse. Elle a seulement pour objectif de déterminer la hiérarchie des espèces suivant leur importance numérique pour la comparer à celle des préférences alimentaires des ruminants (tableaux III.4 et III.5).

Tableau II.12 - (suite)

Formation	I	II	III	IV
Nombre de sujets par hectare	1480	2293	1904	1464
Code	FAMILLE \ Espèce			
	LEGUMINEUSES			
	CAESALPINIACEAE			
a 044102	Piliostigma thonningii	3	4	1
046301	Afzelia africana		1	2
046501	Daniellia oliveri	8	5	2
048501	Tamarindus indica			10
a 049601	Erythrophloeum suaveolens			
b 049601	Erythrophloeum guineense	3		
	MIMOSACEAE			
049901	Parkia biglobosa		*	
a 051101	Dichrostachys cinerea		*	
051705	Acacia polyacantha			
a 051706	Faidherbia albida			
b 051706	Acacia albida			
a 051805	Albizia malacophylla			
b 051805	Albizia borommoensis			
051807	Albizia zygia		1	1
	FABACEAE			
a 052402	Pericopsis laxiflora	11	11	21
053100	Dalbergia sp			7
053305	Pterocarpus erinaceus	4	6	7
054402	Tephrosia elegans		*	13
055605	Eriosema psoraleoides		*	
055610	Eriosema glomeratum		*	
055611	Eriosema griseum		*	
058102	Tetramesa buettneri		*	
059602	Desmodium gangeticum		*	
059603	Desmodium velutinum		*	
059608	Desmodium ramosissimum		*	
059702	Pseudarthria hookeri		1	1
060101	Uracia picta		*	
	AUTRES FAMILLES			
	ANNONACEAE			
000403	Uvaria chamae			
002503	Annona senegalensis		1	1
	COCHLOSPERMACEAE			
019002	Cochlospermum planchonii		*	
	OCINACEAE			
024501	Lophira lanceolata	1	1	6
	MYRTACEAE			
025104	Syzygium guineense	6	1	3

* Sublignaux

Formation	I	II	III	IV
Nombre de sujets par hectare	1480	2293	1904	1464
Code	FAMILLE \ Espèce			
	ANACARDIACEAE			
a 075504	Lannea barteri			
b 075504	Lannea kerstingii	2	1	2
075507	Lannea acida		*	*
076003	Rhus natalensis			
	ARALIACEAE			
a 077601	Cussonia arborea		2	1
	SAPOTACEAE			
a 080901	Vitellaria paradoxa	2	6	4
	LOGANIACEAE			
082801	Strychnos spinosa			
	ASCLEPIADACEAE			
088401	Secamone afzelii			
	RUBIACEAE			
093407	Gardenia erubescens			
093409	Gardenia ternifolia			
a 096201	Nauclea latifolia	2	3	2
097007	Fadogia agrestis			1
097703	Morinda lucida			
	ASTERACEAE			
106602	Elephantopus mollis		*	
107132	Vernonia nigritiana		*	
107152	Vernonia guineensis		*	
a 107601	Chromolaena odorata	1	*	
	SCROPHULARIACEAE			
a 118701b	Cynium adonense		*	
b 118701b	Cynium camporum		*	
	VERBENACEAE			
125731	Tectona grandis			
125905	Lantana rhodensis		*	
126101	Lippia multiflora		7	2
a 126506	Vitex doniana		*	
126521	Gmelina arborea	2		

Formation	I	II	III	IV
Nombre de sujets par hectare	1480	2293	1904	1464
Code	FAMILLE \ Espèce			
	COMBRETACEAE			
a 027607	Combretum molle			
b 027607	Combretum velutinum	1		3
027616	Combretum micranthum			
028005	Terminalia laxiflora			
028008	Terminalia glaucescens	2	11	6
	STERCULIACEAE			
032644	Cola cordifolia		*	
	EUPHORBIACEAE			
036506	Bridelia ferruginea	3	6	2
037502	Antidesma venosum		*	5
037703	Hymenocardia acida	12	*	1
a 038001	Fluggea virosa		*	
c 038001	Securinea virosa		*	
038105	Uapaca togoensis	8	1	3
	ROSACEAE			
043509	Parinari curatellifolia	30	11	22
	MORACEAE			
a 061407	Ficus sur Forsk			
b 061407	Ficus capensis		1	*
061435	Ficus glumosa		1	1
	HIPPOCRATEACEAE			
063904	Salacia senegalensis		*	
	OLACACEAE			
065802	Olax subscorpioides			
	VITACEAE			
068813	Cissus rufescens		*	
	RUTACEAE			
a 069201	Zanthoxylum zanthoxyloides			
b 069201	Fagara zanthoxyloides		*	2
	SIMARUBACEAE			
070101	Harrisonia abyssinica		1	2
	MELIACEAE			
071501	Khaya senegalensis			2
071701	Pseudocedrela kotschy	2	10	5
a 072009	Trichilia emetica			2
b 072009	Trichilia roka		5	6
	SAPINDACEAE			
073002	Allophylus africanus			1

Tableau II.13 - Végétation ligneuse des parcours agropastoraux soudano-sahéliens de Thyse Kayemor Sonkorong au Sénégal (Friot et Guerin - LNERV-ISRA/CIRAD-EMVT, 1993)

Coordonnées et situation géographique : latitude 13°45'N, longitude 15°40'O à 30 km à l'est de Nioro du Rip (sud de Kaolack).

Pluviosité : encadrée par les isohyètes 800 et 900 mm, la région n'a reçu en moyenne que 500 à 600 mm par an (juin à octobre) durant la décennie 1980-1990.

Caractérisation morphopédologique des paysages : la description de la végétation ligneuse s'appuie sur la carte morphopédologique à 1/20 000 d'Angé (1983) et sur la mise en culture (défrichement et rabattage annuel des ligneux au niveau du sol) des terres qui ressort de la couverture aérienne à 1/25 000 (IRAT, 1983). Angé (1985) distingue 20 formations morphopédologiques qu'il regroupe en trois catégories principales :

- formations de plateaux et terrasses ferrugineuses et cuirassées localement bordées de talus d'éboulis ; elles sont couvertes des pâturages résiduels, savanes arbustives ou arborées dégradées, en régression d'un quart depuis les années 1970 (formations 1 à 7) ;
- formations superficielles des glacis et terrasses de raccordement, cultivées pour l'essentiel (formations 8 à 11) ;
- formations alluviales de bas-fonds salés ou non (formations 12 à 17).

Méthodes : la très grande hétérogénéité morphopédologique qui ressort de la carte d'Angé 1983 (57 km²) se répercute sur la végétation et les mises en culture. La forte pression démographique et la culture attelée ont entraîné le défrichement de surfaces très fragiles qui, depuis, subissent une importante érosion hydrique.

La description de la végétation ligneuse, même très synthétique, avec pour objectif, de caractériser qualitativement le disponible fourrager des arbres et arbustes à la portée du cheptel de la communauté rurale, exige de distinguer les divers groupes de faciès fréquentés par les animaux.

Fontanel (1986) et Diatta (1988) ont procédé à l'étude phytosociologique et démographique des formations rencontrées sur les principales unités morphopédologiques ou de paysage. Guerin et Friot (1991), puis Friot (1993), se sont efforcés de quantifier les peuplements rencontrés par les animaux au cours de leurs déplacements. Pour cela, ils ont compté la totalité des ligneux (quelle que soit leur taille) sur des bandes de 10 mètres de large orientées suivant des transects correspondant aux principaux axes de déplacements des troupeaux. Les résultats correspondent à une surface totale de 17.7 ha représentant 0.3 p.100 de la surface décrite par la carte d'Angé (1983). Ils ont été regroupés suivant les principales catégories décrites ci-dessus. Les subligneux et arbustes sont, suivant les types de parcours, au nombre de 4 166 à 7 900 par hectare en moyenne avec une très grande variabilité entre les parcelles (cf. écarts types). Les arbres sont peu nombreux : 10 à 50 par hectare en moyenne.

Cette description synthétique et sommaire ne rend pas compte de l'importance relative des productions fourragères des espèces ligneuses. Le nombre des espèces et la densité des peuplements nécessiteraient des mesures très nombreuses dont l'utilité est peu probable. En revanche, la connaissance des préférences alimentaires du cheptel, l'identification des espèces envahissantes ou menacées, les aménagements agroforestiers peuvent justifier, pour quelques espèces, une approche quantitative de la production fourragère.

Types de parcours	Parcours de savanes arbustive ou arborée sur plateaux, terrasses et éboulis de cuirassés ferrugineux	Parcours de jachères et post culturaux sur terrasses et glacis de raccordement non cuirassés	Parcours boisés des bas fonds alluviaux non cuirassés ni salés
Formations décrites par Angé (1983) (carte 1)	1 à 7	8 à 11	12 à 17
S en % du terroir	41	40	18
Surfaces couvertes par les inventaires de chaque catégorie en % des surfaces totales inventoriées	38	46	16
Densité de population	26	38	17
. N nombre de relevés	max. : 28 100	max. : 13 200	max. : 15 400
. des subligneux, buissons et arbustes (P = N/ha)	x = 7 900 min. : 2 100 e.t. : 6 100	x = 4 700 min. : 100 e.t. : 3 700	x = 4 100 min. : 900 e.t. : 3 600
. des arbres (P' = N'/ha)	max. : 13 x' = 14 min. : 0 e.t. : 28	max. : 46 x' = 6 min. : 0 e.t. : 12	max. : 468 x' = 104 min. : 0 e.t. : 133

Tableau II.13 - (suite)

Proportion des espèces ligneuses par rapport aux populations PI		Parcours de savanes arbustive ou arborée sur plateaux, terrasses éboulis de cuirasses ferrugineuses	Parcours de jachères et post culturales sur terrasses et glacis de raccordement non cuirassés	Parcours boisés des bas-fonds alluviaux
Code	Espèce	PI	PI	PI
051706	Faidherbia albida	+	+	+
051707/08	Acacia macrostachya/ataxacantha	3	4	1
051715	Acacia seyal	+	+	1
032901	Adansonia digitata	+	+	+
051801	Albizia chevalieri	+	+	+
074801	Anacardium occidentale	+	+	+
002503	Annona senegalensis	+	2	5
028201	Anogeissus leiocarpus	1	1	+
072601	Azadirachta indica	+	+	1
087107	Baobab multiflora	+	+	+
036302	Balanites aegyptiaca	+	+	+
033002	Bombax costatum	+	+	+
089301	Calotropis procera	+	+	+
045108	Cassia sieberiana	+	1	1
027635	Combretum aculeatum	+	+	+
027609	Combretum glutinosum	37	30	34
027632	Combretum lecardii	1	+	+
027616	Combretum micranthum	3	+	1
027608	Combretum nigricans	27	4	+
071103	Cosmiphora africana	+	+	+
044501	Cordia pinnata	+	1	2
092001	Crossopteryx febrifuga	+	3	+
045801	Detarium microcarpum	+	+	+
051101	Dichrostachys cinerea	1	1	3
079721	Diospyros mespiliformis	+	1	4
072101	Ekebergia senegalensis	+	+	+
050604	Entada africana	+	+	+
025110	Eucalyptus sp	+	+	+
094901	Feretia apodanthera	6	2	4
061400	Ficus sp	+	+	+
061450	Ficus dekdekana	+	+	+
061439	Ficus platyphylla	+	+	+
093400	Gardenia sp	+	+	+
030417	Grewia tenax	2	2	+
027901	Guiera senegalensis	4	1	+
070403	Hannoa undulata	+	+	+
001802	Hexalobus monopetalus	1	+	+
037703	Hymenocardia acida	+	+	+
064701	Icacina oliviformis	+	17	21
075507	Lannea acida	+	+	+
075505	Lannea velutina	+	+	+
053903	Lonchocarpus laxiflorus	+	+	+
007203	Maerua angolensis	+	+	+
007204	Maerua oblongifolia	+	+	+
063502	Maytenus senegalensis	+	+	+
095901	Mitragyna inermis	+	+	1
008101	Moringa oleifera	+	+	+
043508	Neocarya macrophylla	+	+	+
120101	Newbouldia laevis	+	+	+
075902	Ozoroa insignis	6	8	1
049901	Parkia biglobosa	+	+	+
094505	Pavetta oblongifolia	+	+	+
044101	Piliostigma reticulatum	+	4	6
044102	Piliostigma thonningii	+	3	4
050801	Prosopis africana	+	+	+
053305	Pterocarpus erinaceus	+	+	+
075301	Sclerocarya birrea	+	1	1
009702	Securidaca longepedunculata	2	2	4
038001	Fluggea virosa	+	+	1
075001	Spondias mombin	+	+	+
032501	Sterculia setigera	+	+	+
119801	Stereospermum kunthianum	+	+	+
086303	Strophantus sarmentosus	+	+	+
082801	Strychnos spinosa	+	+	+
048501	Tamarindus indica	+	+	+
028010	Terminalia avicennioides	+	2	+
028004	Terminalia macroptera	+	1	+
126509	Vitex madriensis	+	1	+
053801	Xeroderris stuhlmannii	+	+	+
065701	Ximenia americana	+	+	+
068202	Ziziphus mauritiana	+	2	2
068204	Ziziphus mucronata	+	+	+

Tableau II.14 - Végétation arbustive et arborée des formations sahélo-soudaniennes de la forêt classée de Tienfala (d'après Anna Rejane Kone, Mohamed Idriss Cissé, Lassine Diarra avec la collaboration de Lassine Coulibaly et de Amadou Yoro

Coordonnées géographiques : latitude 12 43'N ; longitude 7 45'O

Pluviosité : 400 à 600 mm de juin à octobre

Types de végétation et de sols : Maïga (1988) répartit les sols de cette forêt classée de 3 000 hectares en quatre classes : sols minéraux bruts sur cuirasse ferrugineuse ; sols peu évolués sur matériaux gravillonnaires ; sols à sesquioxydes ; sols hydromorphes sur alluvions diverses.

La carte au 1/25 000 de l'Institut Géographique National (Bamako) distingue de nombreux faciès se caractérisant par la physionomie de la végétation et les espèces dominantes :

- galerie forestière,
- forêt claire et savane boisée à Pterocarpus erinaceus, Isoberlinia doka et Bombax costatum,
- savane arbustive à Combretum, Detarium et Terminalia.

Certaines espèces comme Anogeissus leiocarpus, Khaya senegalensis, Azelia africana et Daniellia oliveri constituent ponctuellement des peuplements importants.

Méthode : Les six formations les plus représentatives de la forêt ont été étudiées ; elles sont caractérisées par les espèces dominantes. Deux autres formations fréquentées par les animaux en saison sèche ont été retenues : celle du lit du fleuve et un verger de karité en jachère.

La densité de peuplement a été déterminée sur chacune des huit formations par comptage sur des surfaces circulaires (une par formation) comprise entre 1/8 d'hectare et 1 hectare suivant la densité (effectif minimal = 10 individus). Tous les individus d'une taille supérieure à 0,25 mètre ont été dénombrés en distinguant les arbres, les arbustes et les buissons.

Le recouvrement pourrait être déduit de la surface des houppiers calculée à partir de leurs diamètres extrêmes qui ont été mesurés.

Les autres mensurations ont servi au calcul de la production foliaire par des relations d'allométrie. Les variations saisonnières de la biomasse foliaire totale ont été calculées par application du taux mensuel de feuillaison déterminé par la méthode des branchettes calibrées. La biomasse foliaire totale a été corrigée pour son accessibilité en ne retenant que la production des arbres et arbustes d'une taille inférieure à 2 mètres.

La mesure mensuelle et l'état de feuillaison pendant une année étaient associés à une caractérisation du stade phénologique et à un échantillonnage des feuilles pour analyse.

Tableau II.14 - (suite 1)

		Savane boisée à <i>Bombax costatum</i>			Savane arbustive ouverte à <i>Combretum glutinosum</i>			Savane arbustive sur cuirasse à <i>Combretum nigricans</i>			Savane boisée à <i>Pterocarpus</i> <i>erinaceus</i>			Savane boisée à <i>Terminalia</i> <i>avicennnoides</i>			Verger de karité en jachère		
Densité de population (P = N/ha)		9536			21361			9868			14238			9251			5296		
Recouvrement (R = % superficie)																			
Biomasse foliaire totale (Kg/ha)																			
. maximum (août à octobre)		884			292			433			307			271			327		
. minimum (février à avril)		4			18			2			32			12			24		
Biomasse foliaire accessible (Kg/ha)																			
. maximum (août à septembre)		51			153			91			85			31			15		
. minimum (mars)		3			10			1			4			1			1		
Proportion des espèces ligneuses par rapport à la population (XP), à la biomasse foliaire maximale totale (XBM) et à la biomasse foliaire maximale accessible (XBMA)		XP	XBM	XBMA	XP	XBM	XBMA	XP	XBM	XBMA	XP	XBM	XBMA	XP	XBM	XBMA	XP	XBM	XBMA
001802	<i>Hexalobus monopetalus</i>	4			+			2			2			+					
002503	<i>Annona senegalensis</i>										1			2			+		
007402	<i>Cadaba farinosa</i>																+		
007501	<i>Crateva adansonii</i>										+						+		
007902	<i>Boasia angustifolia</i>																		
007903	<i>Boasia senegalensis</i>																		
009702	<i>Securidaca longepedunculata</i>										2	1	2	8	8	24			
027607	<i>Combretum molle</i>	2	7	11	7	2	1	+	24	6	3	20	22	1	1	48			
027608	<i>Combretum nigricans</i>	29	39	16	5	8	9	22	77	76	1	1	1	1	1	10			
027609	<i>Combretum glutinosum</i>	9	24	37	19	56	78				1	7	1	2	5		31	7	76
027610	<i>Combretum fragrans</i>							6	9	23									
027616	<i>Combretum micranthum</i>	2		1				9	6	11	2						1		
027632	<i>Combretum lecardii</i>										+			+			25		1
027701	<i>Pteleopsis suberosa</i>				2		1				+			7	1	8			
027901	<i>Guiera senegalensis</i>	12	24	29	11	25	25	4	43	73	11	6	10	15	28	68	2	43	3
028004	<i>Terminalia macroptera</i>	+			1	2	5				1	1	3	1	2	2			
028010	<i>Terminalia avicennnoides</i>										+	2	4	4	23	10	4	1	20
028201	<i>Anogeissus leiocarpus</i>													1					
029204	<i>Paorosperrum glaberrimum</i>													+					
030410	<i>Grewia mollis</i>				6	5	3	6	2	6	14	2	7	11	4	5	+	1	1
030411	<i>Grewia bicolor</i>							1	1	2									
030415	<i>Grewia flavescens</i>																		
033002	<i>Bombax costatum</i>	6	88		+			+	12		1	43		+	5				
036302	<i>Balanites aegyptiaca</i>																		
037703	<i>Hymenocardia acida</i>										+			2			+		
038001	<i>Securinega virosa</i>	9			11	2	1				4	1	3	7	1	3	31	62	4
044101	<i>Piliostigma reticulatum</i>				1						1			2					
044102	<i>Piliostigma thonningii</i>																		
044501	<i>Cordyla pinnata</i>	5	15	22	1	6		+	3		1			1	2	24			
045108	<i>Cassia sieberiana</i>				1			+			+			+			1		

Tableau II.14 - (suite 2 et fin)

		Savane boisée A Bombax costatum			Savane arbustive ouverte A Combretum glutinosum			Savane arbustive sur cuirasse A Combretum nigricans			Savane boisée A Pterocarpus erinaceus			Savane boisée A Terminalia avicennioides			Verger de karité en jachère		
		XP	XB	XBMA	XP	XB	XBMA	XP	XB	XBMA	XP	XB	XBMA	XP	XB	XBMA	XP	XB	XBMA
045801	Detarium microcarpum	1		1	7	6	2	+			7	6	10	6	24	10			1
045802	Detarium senegalense													1		3			
046005	Cynometra vogelii																		
046301	Azella africana										+			+					
046501	Daniellia oliveri													1	3	1			
048501	Tamarindus indica																+		
049501	Burkea africana				+			1		1	1	4	1	2	8				
049901	Parkia biglobosa																		
050604	Entada africana							+			1			+					
050606	Entada wahlbergii																		
050801	Prosopis africana	1	5		1	6					3	6	2	1	3				
051101	Dichrostachys cinerea	4		1	1		1	9	2	5	11	3	3	3	1	5			
051301	Leucaena leucocephala																		
051502	Mimosa pigra																		
051707	Acacia macrostachya	7	60	59	7	44	32	3	39		2			4					
051708	Acacia ataxacantha							1											
051715	Acacia seyal																		
051718	Acacia erythrocalyx							+											
052402	Pericopsis laxiflora										3			1			+		
053301	Pterocarpus lucens	+			1			1	69	2	+			+					
053304	Pterocarpus santalinoides																		
053305	Pterocarpus erinaceus	1	1	1	2	1	1		7	12	4	70	88	2	6	15			
061407	Picus sur Forsk																		
061410	Picus aycomorus var gnapha.																		
063502	Maytenus senegalensis				1			31			1			3	4	14			
065701	Ximenia americana	1	1	2	1	4	5				1	5		3	32	8			
068202	Ziziphus mauritiana				+	7								+	15		+	13	
068204	Ziziphus mucronata																+		
071501	Khaya senegalensis										+								
071701	Pseudocedrela kotschyi										+								
075301	Sclerocarya birrea				3	13					1	1	1	+	8				
075505	Lannea velutina							1						+			+		
075507	Lannea acida	+			+			+			1			+					
075510	Lannea microcarpa										+			+					
075902	Ozoroa insignis				+						1			+					
079721	Diospyros mespiliformis			2							+			+					
080901	Vitellaria paradoxa				2	9	2				+	18		1	7	5	+	98	
082801	Strychnos spinosa	1		1	2	1	2				3	1	2	2	3		2		2
084602	Saba senegalensis										1								
087107	Baissa multiflora										6								
089301	Calotropis procera																1		
091202	Leptadenia hastata																		
092001	Crossopteryx febrifuga	3	7	16	7	2	4							2	5	9			
093406	Gardenia ternifolia							+			+								
093407	Gardenia erubescens				2			1			+								
094901	Perettia apodanthera	2						1	1	1				4	1	11	+		1
095901	Mitragyna inermis																		
096201	Nauclea latifolia																		
097227	Keetia cornelia																		
112401	Rotula aquatica																		
126509	Vitex madiensis										7		1	2		1	+		
126512	Vitex chrysocarpa																		

Tableau II.15 - Végétation ligneuse des steppes arbustives du ranch de Niono à la limite sud du Sahel malien (Kassambara, Tounkara, Cissé, 1993 - IER)

Coordonnées géographiques : latitude 14° 30' N ; longitude 5° 45' O

Pluies : 300 à 600 mm de juin à septembre.

Types de végétation et de sols : les formations sur sols sableux, limoneux ou argileux sont dominées par Sclerocarya birrea, Combretum ghasalense, Acacia seyal, Pterocarpus lucens, Anogeissus leiocarpus et Mitragyna inermis en proportions variables suivant la texture du sol, la situation topographique et l'hydromorphie. Neuf formations pures et sept mosaïques sont décrites par Hiernaux et al., 1978.

Méthodes : Les relevés ont été répartis sur des transects de 1 km traversant des formations sableuses sur dunes et argileuses ou limoneuses dans les dépressions. Des surfaces circulaires d'un quart d'hectare sur sols argileux ou limoneux, d'un hectare sur sols sableux, ont été définies tous les 200 m, soit 6 parcelles par formation. Dans chacune d'elle les ligneux ont été dénombrés par souche et par tige en distinguant les buissons, les arbustes et les arbres et en constituant des classes de circonférence pour étudier la dynamique des peuplements. Les individus morts et broutés ont été comptés.

La biomasse foliaire par espèce et par formation a été calculée à partir des mensurations des individus répertoriés dans les surfaces circulaires par application de relations d'allométrie (tableau II.2 - ci-dessus).

Les variations mensuelles des disponibilités fourragères ont été quantifiées par mesure de la biomasse foliaire de 10 branchettes calibrées sur 10 individus de chaque espèce.

Commentaires :

- Steppe arbustive sur recouvrement sableux

Les 93 souches de buissons correspondent à 198 cépées à l'hectare assurant un recouvrement moyen de 4 p.100 de la surface totale ; la biomasse a été calculée sur les 198 cépées et s'élève à 42 kg à l'optimum de la végétation (septembre). La contribution de Commiphora africana à cette biomasse est faible bien que cette espèce représente 17 p.100 du peuplement ; cela s'explique par la feuillaison de Commiphora qui même en pleine feuillaison, présente de très petites feuilles ; de plus Commiphora sur cette formation est surtout constitué de sujets jeunes ou rabougris. Sur cette formation, la perte des feuilles commence dès novembre et la biomasse passe de 42 kg à 8 kg en février pour devenir minimale en avril.

- Steppe arbustive sur dépressions argileuses.

Sur cette formation dont le recouvrement moyen est de 4,4 p.100, la biomasse fournie est d'environ 101 kg de MS/ha à l'optimum de la végétation (septembre). La défoliation commence dès novembre, la biomasse diminue rapidement pour s'annuler vers avril-mai.

- Steppe arborée sur bas-fonds limono-argileux

La densité moyenne sur cette formation est de 1 234 tiges à l'hectare ; cette population est essentiellement constituée de jeunes sujets (les 2/3 se trouvent dans les classes de circonférence 2,5 à 7,5 cm). La biomasse est très élevée sur cette formation du fait de l'hydromorphie temporaire, la plupart des ligneux restent feuillus pendant la majeure partie de l'année. La contribution dans la biomasse de Combretum gazhalense est très élevée du fait que les individus sur cette formation sont de grands sujets (classes de circonférence 55 et 90 cm) ; il en est de même pour Acacia senegal (classe de circonférence 25 à 65 cm) et Sclerocarya birrea (classe de circonférence 100 cm). Le recouvrement n'a pas été calculé pour cette formation.

Tableau II.15 - (suite)

	Steppe arbustive sur recouvrement sableux dunaire à <u>Sclerocarya birrea</u> et <u>Acacia seyal</u>			Steppe arbustive sur dépression argileuse fossile à <u>Pterocarpus lucena</u>			Steppe arborée sur sol limono-argileux hydromorphe à <u>Acacia seyal</u>	
Densité (Nbre souches/ha)	93			1 196			1 234	
Recouvrement (R : % superficie)	3,4			4,4			-	
Biomasse foliaire totale (kg/ha)								
- maximum (octobre)	42			101			873	
- milieu de saison sèche (janvier)	8			26			197	
- minimum (fin saison sèche)	1			0,2			68	
Proportion des espèces ligneuses par rapport à la population (% P), au recouvrement ligneux (%R), à la biomasse foliaire maximale totale (%BM)	%P	%R	%BM	%P	%R	%BM	%P	%BM
<u>Leptadenia hastata</u>	25	*						
<u>Commiphora africana</u>	17	15	3	*	*	*	1	1
<u>Acacia senegal</u>	12	22	60				2	16
<u>Acacia seyal</u>	10	25	5				42	12
<u>Combretum ghasalense</u>	10	11	9				*	15
<u>Balanites aegyptiaca</u>	6	6	16				5	16
<u>Guiera senegalensis</u>	9	13	2	*	*	1	13	13
<u>Pterocarpus lucena</u>				75	44	70	12	14
<u>Ferethia apodanthera</u>				7	7	8		
<u>Combretum micranthum</u>				4	17	9	3	1
<u>Grewia bicolor</u>				5	22	10	4	*
<u>Combretum aculeatum</u>	1	3	*	4	5	1	3	3
<u>Ziziphus mauritiana</u>	2	*	*				13	15
<u>Sclerocarya birrea</u>	3	14	*				*	8
<u>Boasia augustifolia</u>				2	*			
<u>Antiaris africana</u>	1							
<u>Calotropis procera</u>	2	*						
<u>Grewia flavescens</u>				*				
<u>Dichrostachys glomerata</u>				*	*	*	*	
<u>Cadaba farinosa</u>				*	2		*	
<u>Lannea acida</u>				*	2		*	
<u>Bombax costatum</u>								
<u>Entada africana</u>		1						

Tableau II.16 - Végétation ligneuse des steppes arbustives du centre de Recherche zootechnique de Dahra en région sahélienne sylvopastorale au Sénégal sur le dispositif du projet n° 135/EEC - TS2* 0075 - IRL (EDB) et en collaboration avec celui-ci (Tounkara, 1991)

Coordonnées géographiques : latitude 15°23'N ; longitude 15°5'O

Pluviosité : 330 à 530 mm de juillet à septembre

Types de végétation et de sols : steppes arbustives plus ou moins denses sur dunes sableuses et dépressions argileuses

Méthodes : Description de la végétation ligneuse en fin de saison sèche sur 5 parcs contigus couvrant au total 130 ha à partir de parcelles échantillons constituées de "bandes transects" de 20 m de large réparties le long des diagonales et de la toposéquence la plus représentative de chaque parc. Ces bandes représentent 3 à 8 p.100 de la surface de chaque parcelle et les mesures qui y sont faites sont regroupées en fonction de la situation topographique (replat, versant dunaire et dépression).

Les densités de peuplement ont été déterminées par comptage direct.

Le recouvrement et la biomasse foliaire maximale (octobre) ont été déterminés par les mesures de mensuration sur 30 individus des 7 espèces principales répartis systématiquement le long des transects.

La pression d'exploitation en fin de saison sèche a été caractérisée par la limite supérieure de broutage mesurée sur 12 individus des 7 principales espèces et par la mesure des diamètres des sections consommées par les bovins, les ovins ou les caprins sur 6 branchettes des mêmes arbres.

L'état de feuillaison des strates exploitées et non exploitées a été caractérisé par la biomasse foliaire de 6 rameaux calibrés sur les mêmes individus. De plus, les mesures de densités foliaires (nombre de feuilles par unité de longueur) et des mensurations des feuilles (surface et poids de 50 feuilles par strate) des deux strates avaient pour but d'étudier l'effet du broutage sur la croissance foliaire en saison sèche.

Résultats : Les densités de peuplements sont comprises entre 89 et 313 sujets par hectare suivant les parcs et entre 99 et 406 en moyenne suivant la situation topographique. Les proportions des espèces varient suivant les parcelles et les situations topographiques (fig.a). Les proportions calculées suivant, soit la densité et le recouvrement (fig.b), soit la biomasse foliaire maximale ne sont pas identiques.

Le diamètre des extrémités des rameaux consommés est compris entre 2 et 3 mm. Il varie peu suivant l'espèce animale ou la charge.

Le taux de feuillaison des rameaux calibrés, c'est-à-dire le rapport entre la biomasse foliaire de fin de saison des pluies (données bibliographiques) et celle de fin de saison sèche, est fonction de l'espèce animale et végétale, de la strate, exploitée ou non, de la parcelle et finalement de la pression de broutage.

La disponibilité fourragère ligneuse des 6 espèces principales (45 à 89 p.100 des peuplements) était comprise en fin de saison sèche entre 8 et 25 kg de matière sèche par hectare suivant les parcelles. La charge animale étant connue, il a été possible de calculer une pression de broutage comprise entre 0.2 et 1.1 kg de poids métabolique animal (poids vif ^{0.75}) par kg de matière sèche fourragère ligneuse (tableau II.12).

Tableau II.16 - (suite 1)

Figure a - Proportion des espèces les plus représentatives du peuplement ligneux suivant la topographie (en p.100 du peuplement)

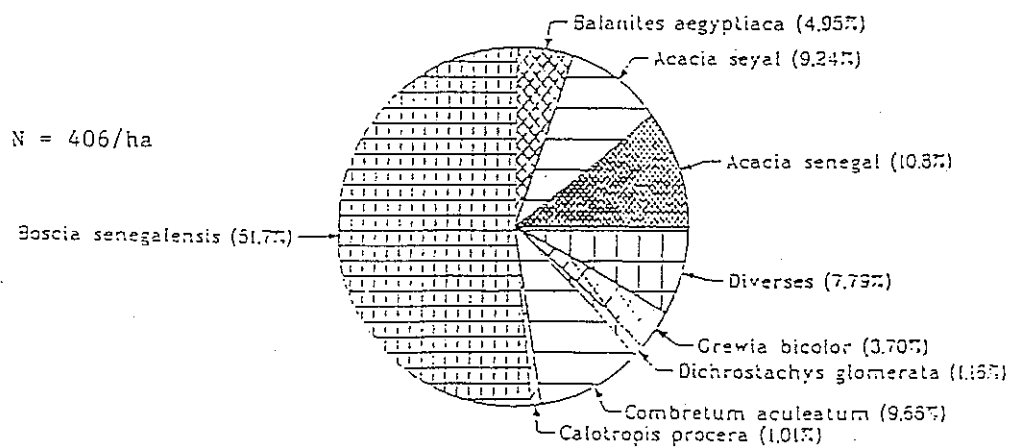
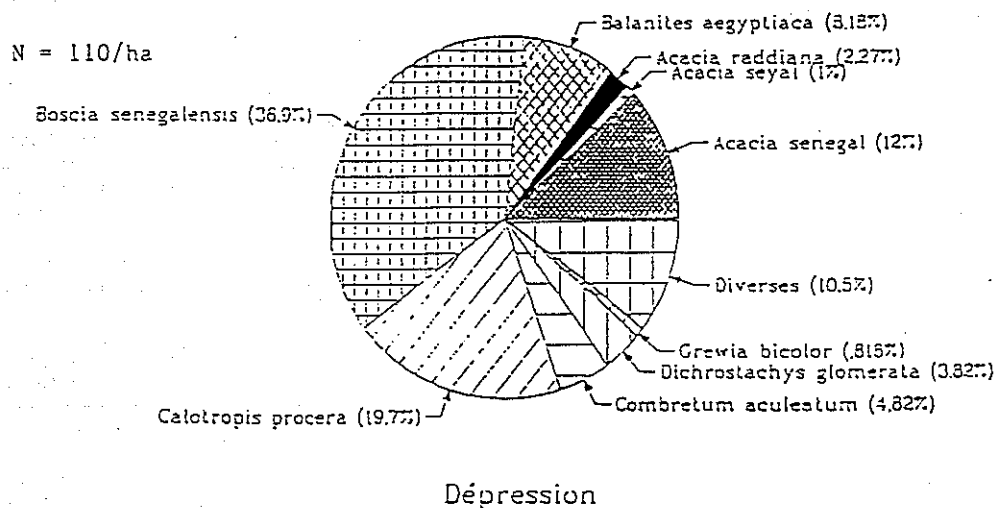
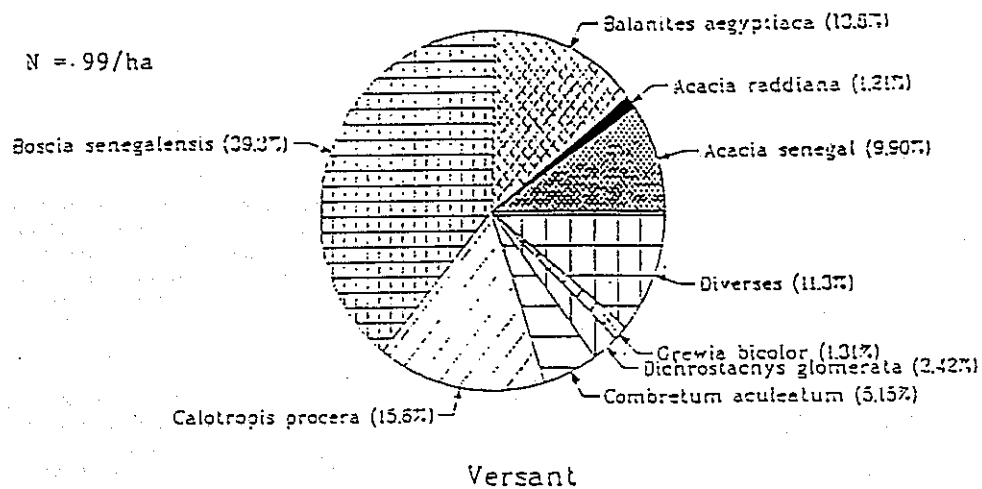
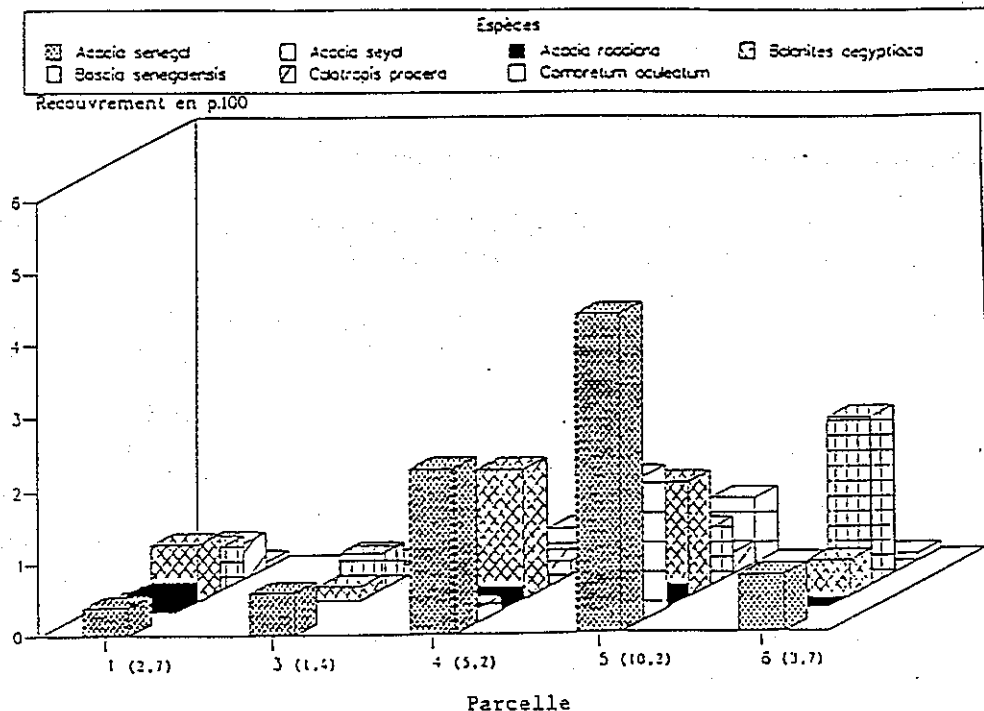


Tableau II.16 - (suite)

Figure b - Recouvrement global de 7 des espèces principales en p. 100 de la surface de chaque parcelle

Tableau c - Estimation à partir des densités de peuplement et des estimations de biomasse foliaire individuelle (moyennes) de la disponibilité fourragère ligneuse (kg/MS/ha) et de la pression de broutage (kg P^{0.75}/kg MS) en début de saison sèche

$$\text{Pression de broutage} = \frac{\text{Poids vif (kg P}^{0.75}\text{)}}{\text{biomasse foliaire (kg MS)}}$$

Espèces	Parcelle - Espèce - Charge				
	1 B f	3 O f	4 O F	5 C f	6 C F
Biomasse foliaire kg MS/ha					
Acacia senegal	1,3	1,6	5,2	7,8	2,8
Acacia seyal			2,4	1,7	
Acacia raddiana	0,8		1,1	0,5	
Balanites aegyptiaca	1,4	4,2	2,7	4,4	1,3
Boscia senegalensis	8,1	6,3		9,2	2,3
Combretum aculeatum	1,1	1,1	6,4	1,4	1,4
Total des 6 espèces (1)	12,7	13,7	17,8	25,0	7,3
Pression de broutage (1)	0,9	1	1,4	0,5	5

B : bovin

O : ovin

C : caprin

f : charge faible

F : charge forte

(1) Remarque : Ces calculs ne concernent que 6 espèces qui représentent entre 45 et 89 p.100 du peuplement suivant les parcelles. Les résultats correspondent donc à une estimation par défaut des disponibilités fourragères ligneuses. Ils pourraient être corrigés par des informations complémentaires sur les autres espèces.

Tableau II.17 - Végétation ligneuse des steppes arbustives de Bachoum et Karderî dans la région sahélienne de Massakory au Tchad (Ickowicz et Dassering - LRVZ - Farcha, 1993 et Ickowicz, 1994)

Coordonnées et situation géographique : latitude : 12°46'N à 13°10'N ; longitude : 15°41' à 15°45'E (région de Massakory)

Pluviosité : 350 à 450 mm de mai à octobre

Types de végétations et de sols : 7 types principaux de steppes arbustives sur sols sableux à limono-sableux dont 4 étudiés :

- Bachoum 1 - Steppe arbustive sur sols sableux légers remaniés de plaine sédimentaire à Acacia senegal et Balanites aegyptiaca
- Bachoum 2 - Steppe arbustive sur sols sablo-argileux plus ou moins hydromorphes à Acacia seyal et Ziziphus mauritiana
- Bachoum 3 - Steppe arbustive à arborée non épineuse sur sols sableux plus ou moins compacts à Anogeissus leiocarpus et Sclerocarya birrea

Karderî - Steppe peu ou pas arbustive sur sol sableux des plateaux dunaires à Leptadenia pyrotechnica et Acacia raddiana

Méthodes : Détermination de la densité de peuplement par comptage direct sur des parcelles échantillons de 1 ha circulaire ou par estimation par application de la méthode du plus proche individu (PPI) ou celle du quadrat centré sur point (QCP).

Recouvrement, volume de houppier et biomasse foliaire maximale (octobre) déterminés par les mesures de mensuration sur les 80 arbres ou arbustes échantillonnés par la méthode du QCP et en appliquant les relations d'allométrie ; mise au point de relations d'allométrie pour Calotropis procera (tableau II.4).

Etude qualitative des variations des disponibilités fourragères ligneuses par le suivi phénologique bimestriel de 10 individus des 12 principales espèces (*) sur chacune des 4 formations étudiées.

Etude quantitative des variations des disponibilités fourragères ligneuses totales par mesures bimestrielles de la biomasse foliaire de 4 branchettes calibrées de 5 individus de 12 espèces (20 branchettes par espèce(**) et par site).

Calcul de la biomasse fourragère accessible en hauteur et en profondeur, au cheptel pour chaque espèce ligneuse et pour chaque site. Variations bimestrielles.

Tableau II.17 - (suite)

Résultat : Proportion des espèces ligneuses par rapport à la population (IP), au recouvrement ligneux (IR) et à la biomasse foliaire accessible maximale (IBAM) sur les 4 sites.

FORMATIONS		BACHOUM 1			BACHOUM 2			BACHOUM 3			KARDERI		
Nombre de ligneux par hectare		133	8		128	3		48	3		211	22	
Taux de recouvrement des couronnes %													
Biomasse foliaire maximale totale (1)				107		37			268				477
Biomasse foliaire maximale accessible (1)				26		20			34				14
Code	Famille / Espèce	IP	IR	IBAM	IP	IR	IBAM	IP	IR	IBAM	IP	IR	IBAM
044001	CAESALPINIACEAE Légumineuse <i>Bauhinia rufescens</i>	-						-					
051702	MIMOSACEAE Légumineuse <i>Acacia laeta</i>				5	33	8						
051703	<i>Acacia senegal</i>	10	35	-				6	18	-	4	10	-
a 051706	<i>Faidherbia albida</i>												
b 051706	<i>Acacia albida</i>										1	18	3
a 051713a	<i>Acacia tortilis</i> ssp. <i>raddiana</i>												
b 051713a	<i>Acacia raddiana</i>							-			11	4	21
051712	<i>Acacia nilotica</i>				-								
051715	<i>Acacia seyal</i>	-			1	-	-	-					
053110	FABACEAE Légumineuse <i>Dalbergia melanoxylon</i>	-			1	-	-	-					
007201	CAPPARIDACEAE <i>Maerua crassifolia</i>										-		
007301	<i>Capparis decidua</i>	11	22	-	16	39	-	13	11	-			
007306	<i>Capparis corymbosa</i>	-						-					
007402	<i>Cadaba farinosa</i>	-			-			-			-		
007903	<i>Boscia senegalensis</i>	18	4	33	66	21	73	45	8	26			
030410	TILIACEAE <i>Grewia mollis</i>	-			-			-					
036302	ZYGOPHYLLACEAE <i>Balanites aegyptiaca</i>	-			1	-	1	6	12	1	30	48	63
065401	SALVADORACEAE <i>Salvadora persica</i>	1	13	31	3	4	13	6	35	10			
068202	RHAMNACEAE <i>Ziziphus mauritiana</i>	-			-			1	-	-	3	8	11
071103	BURSERACEAE <i>Commiphora africana</i>	1	1	1				1	-		1	2	1
075502	ANACARDIACEAE <i>Lannea humilis</i>	3	4		-			1	6				
089301	ASCLEPIADACEAE <i>Calotropis procera</i>	48	14	34	4	2	5	18	4	3	-		
a 091201	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	-									50	10	-
112510	BORAGINACEAE <i>Cordia sinensis</i>	5	7	1	3	-	-	1	5	-			
141801	ARECACEAE <i>Hyphaene thebaica</i>	4	1		-			1	-		-		

(1) : en kg de MS par hectare

- : espèce rare: IP < 12

IP : effectifs en p.100 de peuplement

IR : recouvrement en p.100 de la surface de projection des couronnes

IBAM : en p.100 de la biomasse maximale accessible

BIBLIOGRAPHIE

- ANGE (A.) - 1985. Stratification des paysages agraires pour l'identification des contraintes à la production agricole, la mise au point et l'essai de solutions techniques. In: Actes de l'atelier "La recherche agronomique pour le milieu paysan" ISRA/D. Systèmes. Nianing 5-11 mai 1985 + carte morphopédologique de Thyssé-Kaymor Sonkorong.
- BILLE (J.C.) - 1977. Etude de la production primaire nette d'un écosystème Trav. et doc. ORSTOM n° 65. Paris, ORSTOM. 82 p.
- BODJI N'GUESSAN (C.), KORE (R.), N'GUESSAN (A.) - 1992. Projet CEE : Etude de la valeur nutritive des fourrages ligneux. Rapport d'activité (1er semestre 1992). Bouaké, IDESSA. 27 p.
- BODJI N'GUESSAN (C.), KORE (R.), N'GUESSAN (A.) - 1993. Projet ST2/215 - Rapport final. Document de travail. Bouaké IDESSA.
- CESAR (J.) - 1984. Les pâturages du Foro-Foro. Note technique n° 05/84-Opération 1211. 19 p.
- CISSE (M.I.) - 1980. Effets de divers régimes d'effeuillage sur la production foliaire de quelques buissons fourragers dans la zone soudano-sahélienne. In: C.r. Colloque international CIPEA : fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances. Addis Abeba 8-12 avril 1980. Le Houerou éd. : p. 209-212.
- CISSE (M.I.) - 1990. Les méthodes de suivi des variables fourragères du peuplement ligneux des parcours sahéliens. In: C.r. Atelier sur les méthodes de suivi au sol des ressources pastorales et de leur gestion. Bamako, 11-16 juin 1990. INRZFH/DNE/CIPEA 1990 - 10 p.
- CISSE (M.I.) - 1991. Relevé du peuplement ligneux et évaluation du potentiel fourrager aérien des parcours. Document de travail.
- CISSE (M.L.), SACKO (B.) - 1987. Etude statistique de la liaison de la biomasse foliaire et des paramètres physiques chez quelques espèces sahéliennes. CIPEA Programme des zones arides et semi-arides. Bamako; 1987. 107 p.
- DIATTA (M.) - 1988. Caractérisation morphodynamique des faciès forestiers de la communauté rurale de Thyssé-Kayemor (Sine Saloum). Mémoire de confirmation. Direction des Recherches sur les Productions Forestières. Dakar, ISRA. 64 p. + annexes.
- FONTANEL (P.) - 1986. Prolongement des recherches malherbologiques et phytoécologiques au Sine Saloum, Sénégal - ISRA/IRAT - DSP/86/N° 19 : 48 p.

- GAYE (C.S.) - 1989. Dynamique des parcours sahéliens du Gourma. Rapport de mission au Mali. Avril 1989.
- GASTON (A.), BOERWINKYEL - 1982. Essai de méthode de suivi continu du couvert ligneux. PISCEPS, Dakar, FAO, Rome. 61 p.
- GOUNOT (M.) - 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Paris, Masson. 314 p.
- GROUZIS (M.), SICOT (M.) - 1980. Une méthode d'étude phénologique de populations d'espèces ligneuses sahéliennes : influence de quelques facteurs écologiques. In: LE HOUEROU (H.N.) éd. - Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique. Addis-Ababa (Ethiopia). 8-12 août 1980. CIPEA, p. 231-237.
- GUERIN (H.), FRIOT (D.) - 1991. Alimentation des ruminants domestiques sur parcours agropastoraux sahélo-soudaniens : cas de la communauté rurale de Thyssé Kayemor Sonkorong au sud du Bassin Arachidien (Sénégal) - CIRAD/IEMVT-LNERV/ISRA. 39 p. + annexes.
- GUINOCHET - 1973. Phytosociologie. Paris, Masson. 227 p.
- HIERNAUX (P.) - 1978. Carte de végétation du ranch d'embouche de Niono. Mali au 1/25 000.
- HIERNAUX (P.), DIARRA (L.), MAIGA (A.) - 1990. Dynamique de la végétation sahélienne après sécheresse. Un bilan du suivi des sites pastoraux du Gourma en 1969. Sous-projet : tendances pastorales. Document de travail - CIPEA. Bamako. 30 p.
- HIERNAUX (P.), DE LEEUW (P.N.), DIARRA (L.) - 1992. Dynamique de la végétation sahélienne après la sécheresse : un bilan du suivi des sites pastoraux du Gourma en 1991 - sous projet "Tendances pastorales". CIPEA. Bamako (Mali). Document de travail 001/92 : 48 p + annexes.
- ICKOWICZ (A.), DASSERING - 1993. Rapport final du projet ST2/215 - document de travail - LRVZ de Farcha - N'Djamena, Tchad.
- ICKOWICZ (A.) - 1995. Approche dynamique du bilan fourrager appliqué à des formations pastorales du Sahel tchadien. Thèse d'Université Paris XII (en cours de publication).
- KASSAMBARA (I.), TOUKARA (B.) - 1993. Rapport final du projet ST2/215 - document de travail - SRZ de Niono - IER - Mali.
- KONE DEMBELE (A.R.) - 1993. Rapport final du projet ST2/215 - document de travail - SRZ de Sotuba - IER - Mali.
- KOUONMENIOC (J.) - 1990. Les ligneux fourragers au Cameroun : productivité et intérêt pour la production animale en région guinéenne. Thèse Doctorat Université Paris Sud Orsay. 191 p.
- LEOUFFRE (M.C.) - 1991. Effet du pâturage caprin sur le dynamique de production fourragère de taillis de chêne en région méditerranéenne française. Eléments pour une gestion pastorale. Thèse de Doct. es science : Ecologie. Université Aix Marseille III. Avignon INRA. 1991. 80 p.

- LETOUZEY (R.) - 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. Paris, P.Lecchevalier (Encyclopédie biologique - LXIX) : 511 p.
- ONANA (J.) - 1994. Thèse d'Université de Rennes (en préparation).
- ONANA (J.) - 1992. Etude monographique d'un fourrage ligneux du Nord-Cameroun. *Ficus sycomorus* (L.) subs./ *gnaphalocarpa* (Micq.) c.c. Berg. I. Multiplication et croissance. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop. 45 (2) : 191-196.
- PIOT (J.), NEBOUT (J.P.), NANOT (R.), TOUTAIN (B.) - 1980. Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques. Etude quantitative dans la zone sud de la mare d'Oursi (Burkina Faso). Maisons-Alfort, CTFT-IEMVT : 213 p..
- POUPON (H.) - 1980. Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal. Travaux et documentation ORSTOM n°115, Paris. 35 p. tabl. 91 ; graph. 46.
- TOUNKARA (B.) - 1991. Caractérisation des disponibilités fourragères ligneuses sur des parcours naturels sahéliens exploités par des bovins, ovins ou caprins. Programme CEE STD 2/215 - IER (Mali)/ISRA (Sénégal)/CIRAD-IEMVT (France). Mémoire ISPA - Rennes. 100 p.
- TOURE (I.), GILLET (H.) - 1989. Techniques d'inventaire des ligneux et d'estimation de la biomasse ligneuse appréciée. Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants. IRZ/CIRAD-IEMVT N°Gaoundéré Cameroun - 16-20 novembre 1987 (Etudes et Synthèses de l'IEMVT n°30 : 251-263).
- WALKER (B.H.) - 1970. An evaluation of eight methods of botanical analysis on grassland in Rhodesia. J. of Applied Ecology, 7 : 403-416.